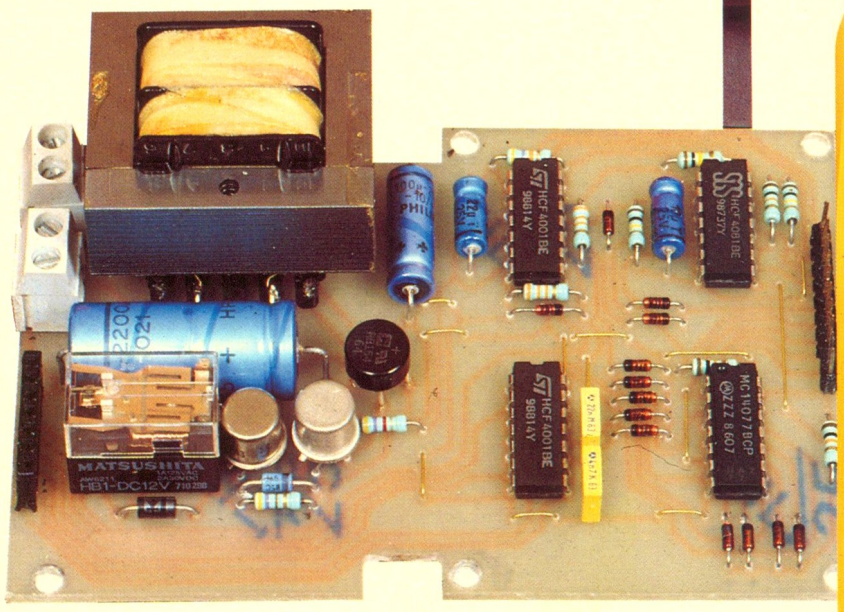
I.S.S.N. 0243 4911

Electronique pratique

COMMUTATEUR AUTOMATIQUE
DEUX GÉNÉRATEURS DE FONCTIONS
COMMANDE D'ESSUIE-VITRE AR
TESTEUR DE CÂBLES
MULTIMÈTRE FLUKE 87
BADGE OPTIQUE, etc.

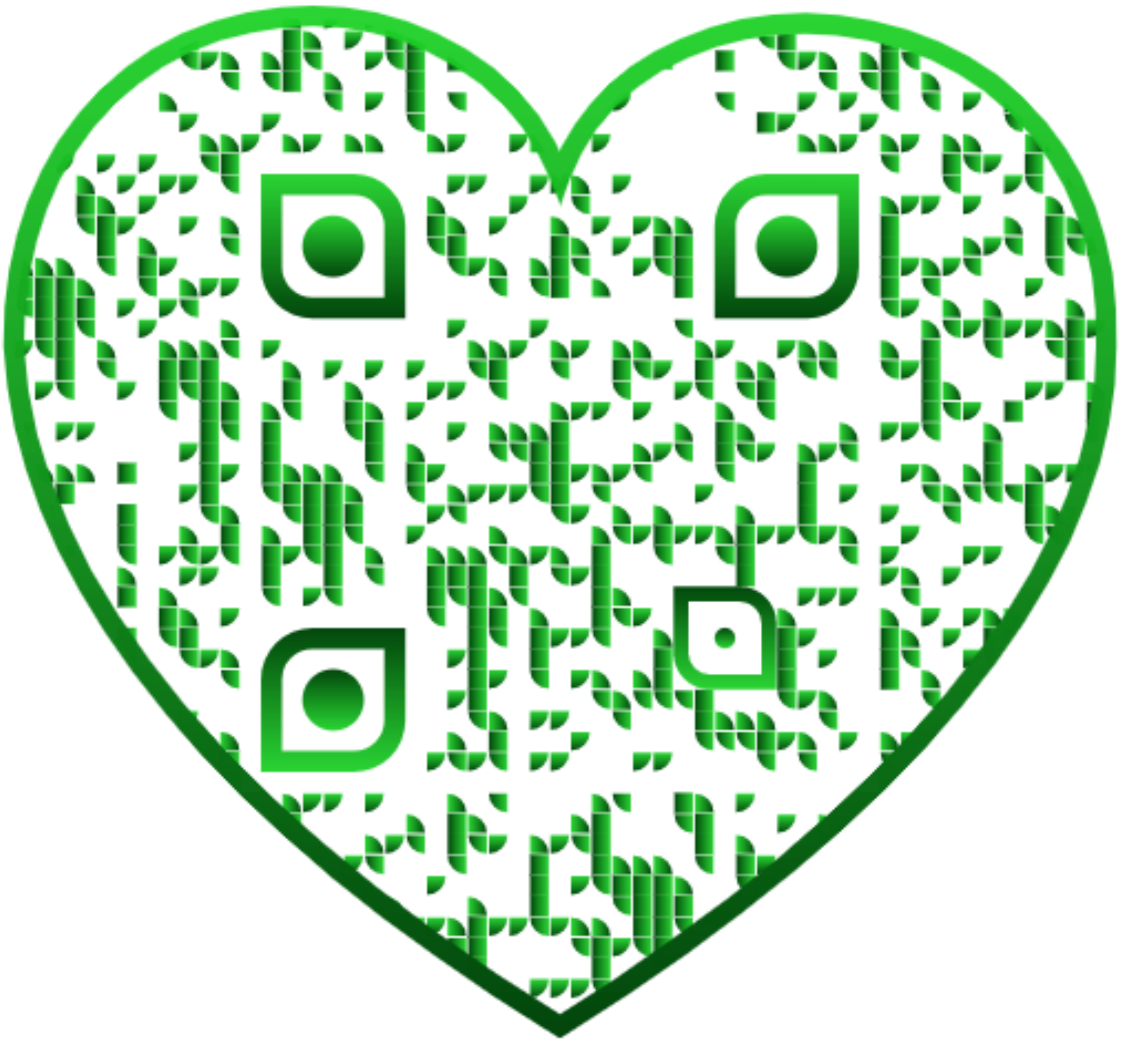


BELGIQUE : 140 FB - LUXEMBOURG : 140 FL - SUISSE : 5,80 FS - ESPAGNE : 400 Ptas - CANADA : $ 3,90

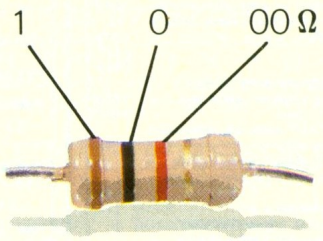
T 2437 - 124 - 20,00 F

MARS 1989

Sommaire détaillé page 42



Electronique pratique



1 2 3 *Tolérance : or ± 5 %, argent ± 10 %*

1re bague 1re chiffre	*2e bague 2e chiffre*	*3e bague multiplicateur*
	0	× 1
1	1	× 10
2	2	× 100
3	3	× 1 000
4	4	× 10 000
5	5	× 100 000
6	6	× 1 000 000
7	7	
8	8	
9	9	

FICHE TECHN.
CONFORT
AUTO
JEUX
MODELISME
MESURES
HIFI
GADGETS
INITIATION

ADMINISTRATION-REDACTION-VENTES : Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques.

Société anonyme au capital de 300 000 F.
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.
Tél. : 42.00.33.05 - Télex PVG 230 472 F
Directeur de la publication : **M. SCHOCK**
Directeur honoraire : **Henri FIGHIERA**
Rédacteur en chef : **Bernard FIGHIERA**
Maquettes : **Jacqueline BRUCE**
Couverture : **M. Bonhomme.** Avec la participation de **C. Pichon, G. Isabel, D. Roverch, F. Rivère, R. Knoerr, G. Martin, J. Gagnepain, P. Wallerich, A. Garrigou.**
La Rédaction d'Électronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75940 Paris Cedex 19 - Tél. : 42.00.33.05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60
Directeur commercial : **Jean-Pierre REITER**
Chef de publicité : **Pascal DECLERCK**
Promotion : **Société Auxiliaire de Publicité Mauricette ELHINGER**
70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42.00.33.05
Direction des ventes : **Joël PETAUTON**
Abonnements : **Odette LESAUVAGE**

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 34).

En nous adressant votre abonnement, précisez sur l'enveloppe « SERVICE ABONNEMENTS », 2 à 12, RUE BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19.
Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal – Prix d'un numéro : **20 F.**
Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ● Pour tout changement d'adresse, joindre 2,20 F et la dernière bande.

OJD DIFFUSION · PUBLICITE 1987

SYNDICAT DE LA PRESSE SPEP DES ENTREPRISES ET DES PROFESSIONNELS

« Le précédent numéro a été tiré à 96 000 ex. »

SOMMAIRE N° 124 – MARS 1989

REALISEZ VOUS-MEMES

Un testeur de composants 43
Deux générateurs de fonctions 47
Une commande d'essuie-vitre AR 53
Un simulateur de pannes 59
Un badge optique 71
Un testeur de câbles 87
Un commutateur d'alimentation 95
Un sélecteur stéréophonique 99

EN KIT

Mini-enceintes amplifiées 7 W EXPE 34 ETC 84
Compteur universel à 4 chiffres VELLEMAN 105

PRATIQUE ET INITIATION

Le multimètre FLUKE 87 66
Fiche technique 4053 109
Initiation (4e partie) 115

DIVERS

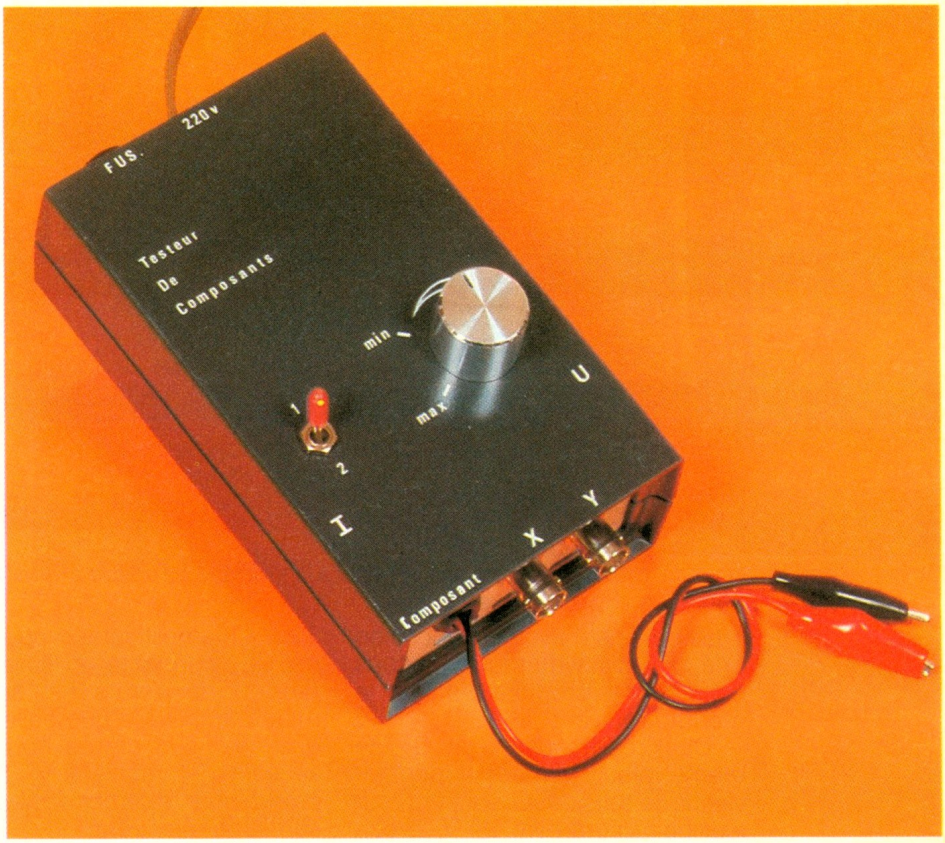
Nos Lecteurs 129

Encart WEKA central pour une moitié du tirage de 6 pages numérotées I à VI et pour l'autre moitié de 4 pages numérotées de I à IV.

UN TESTEUR DE COMPOSANTS

Les modèles bicourbes représentent actuellement la grande majorité des oscilloscopes vendus. Cependant, peu d'entre eux sont équipés d'un traceur.

Le montage proposé à nos lecteurs permet de réaliser, sur l'écran d'un oscilloscope, le diagramme I = f(V) de composants. Il renseigne alors sur les caractéristiques et la bonne santé des éléments soumis au test.



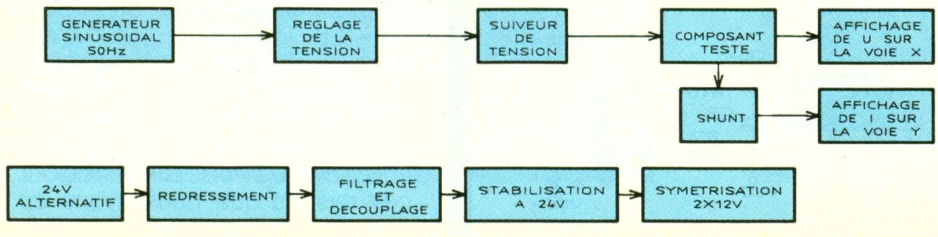
CARACTERISTIQUES DU TESTEUR

(relevées sur la maquette)

- *tension de test :* réglable de 0 V à ≃ 8 V efficaces, en circuit ouvert ;
- *courant de test :* ≃ 0,8 mA ou 3,7 mA efficaces, en court-circuit ;
- *fréquence du test :* 50 Hz ;
- *compostants testables :* résistances, condensateurs, inductances, diodes, Zener, transistors, réseaux R.L.C., etc.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le synoptique de la **figure 1** nous renseigne de manière explicite sur la constitution de l'appareil.
Le composant testé, soumis à une tension sinusoïdale d'amplitude réglable, voit son courant limité par une résistance (shunt). L'entrée *X* d'un oscilloscope (déviation horizontale) se branchera aux bornes de l'élément, tandis que l'entrée *Y* (déviation verticale) se connectera aux bornes de la résistance limitatrice. Si l'on se réfère à la loi d'Ohm (V = R . I), cette tension prélevée sera image du courant.
Il suffit seulement de positionner l'oscilloscope en mode X – Y, supprimant ainsi la base de temps. Apparaît alors sur l'écran la caractéristique I =f(V) du composant testé.



1 *Synoptique : le composant testé, soumis à une tension sinusoïdale d'amplitude réglable, voit son courant limité par une résistance shunt.*

FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE (fig. 2)

- *L'alimentation :* un transformateur abaisse la tension de 220 V du réseau EDF à 2 × 24 V. Son primaire est alimenté à travers un fusible de protection (FUS) et l'interrupteur I_1.

Le pont de diodes moulé PT_1 redresse les 24 V disponibles aux bornes d'un des secondaires. C_1 assure le filtrage tandis que C_2, C_3 en assurent le découplage. Le circuit intégré CI_1 stabilise, pour finir, la tension à 24 V.

Pour la suite du montage, nous

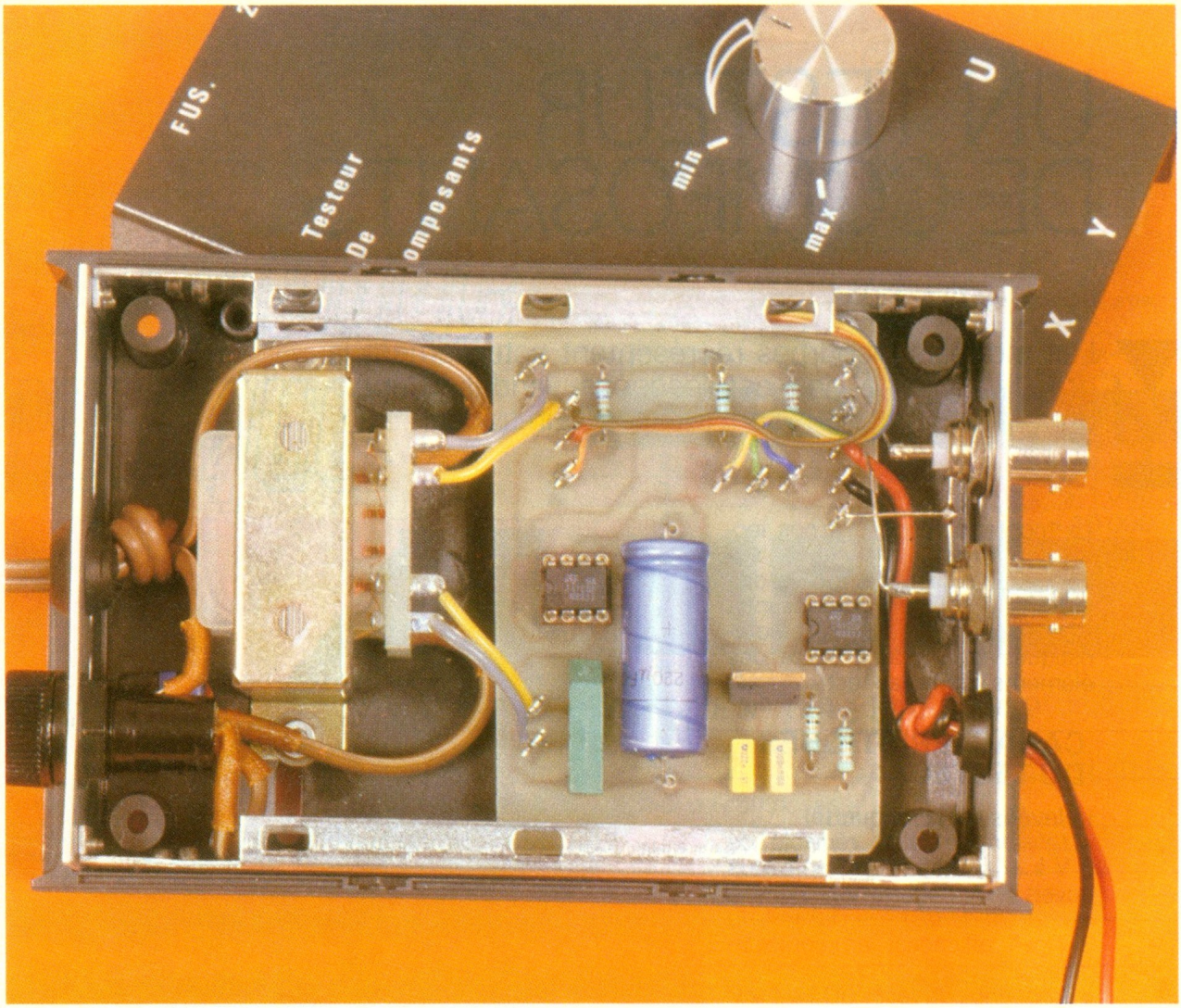


Photo 2. – Aperçu du montage introduit à l'intérieur d'un coffret « Retex ».

nous devons d'avoir à disposition une tension symétrique. Il nous suffit pour la produire d'utiliser le montage suivant :

– Deux résistances, R_1 et R_2, de même valeur, forment un pont diviseur de tension. On obtient, sur leur point commun, 24 V/2, soit 12 V. L'amplificateur opérationnel CI_2, connecté en suiveur de tension, délivrera sur sa sortie la même amplitude que celle appliquée sur son entrée non inverseuse (e +), soit 12 V. Si l'on prend pour *référence masse* sa sortie, on mesurera :

- + 12 V entre + Vcc et la masse ;
- – 12 V entre la masse et – Vcc ;
- donc une tension symétrique 2 × 12 V par rapport à la masse.

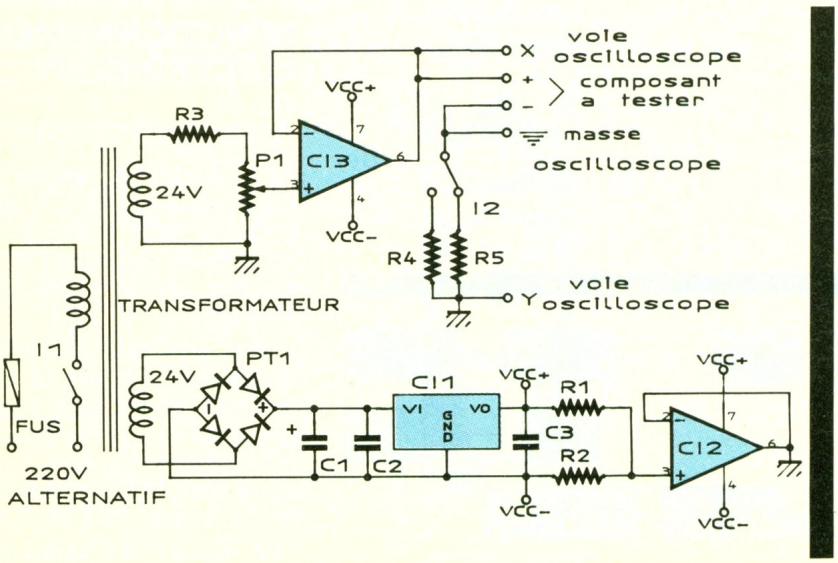
DE L'UTILITE D'UN SUIVEUR DE TENSION OU AMPLIFICATEUR DE GAIN UNITE

Il est somme toute courant d'entendre qu'un tel amplificateur soit inutile. Nous en voulons pour preuve que le gain se limite bien souvent au gain en tension, dans l'esprit des gens, ce dont il n'est pas question ici.

En pratique, le suiveur de tension possède une impédance d'entrée élevée (de plusieurs MΩ), une faible impédance de sortie (inférieure à l'ohm), un gain en tension égal à l'unité et un gain en courant élevé. Ce sont pour ces raisons que nous avons eu recours à ce montage.

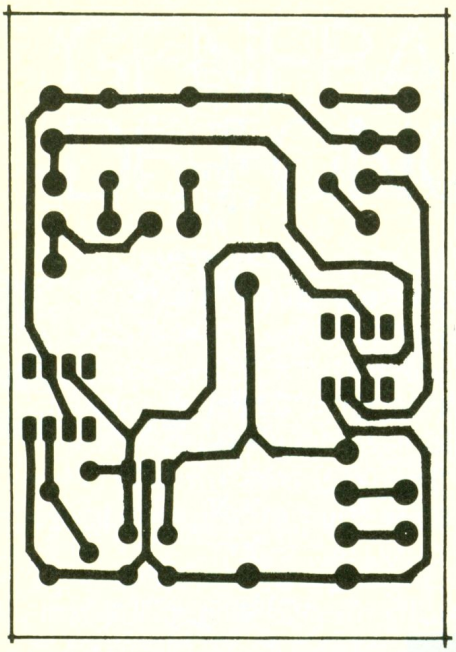
2

Le montage révèle d'emblée l'utilisation d'un transformateur deux fois 24 V. On associe à ce dernier deux intégrés 741.



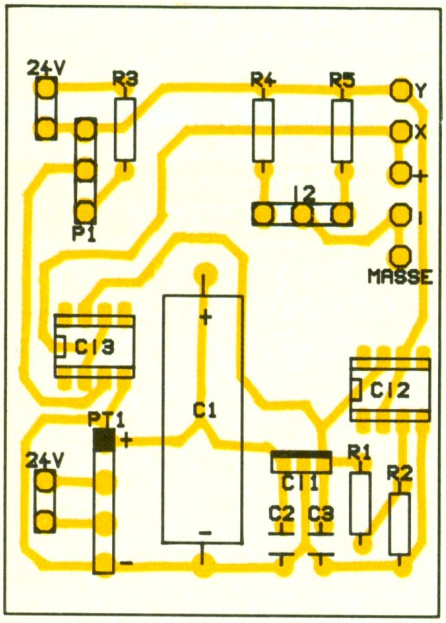
3

On ne peut rêver un plus simple tracé de circuit imprimé, publié ici grandeur nature.



4

Implantation des éléments réduite à sa simple expression.



UN GENERATEUR SINUSOIDAL SIMPLE

Le système choisi est on ne peut plus simple. En effet, au lieu d'utiliser CI spécialisés, filtres et autres schémas habituels, nous avons fait appel à *Electricité de France* pour nous venir en aide. Pourquoi ne pas requérir la tension délivrée par le secondaire d'un transformateur, connecté sur le réseau d'alimentation ?
Cette dernière, prélevée sur l'un des deux enroulements 24 V, alimente un pont diviseur de tension variable, grâce au potentiomètre P_1, précédant le suiveur de tension monté autour de CI_3. Cette partie du montage permet de régler l'amplitude du signal, appliquée au composant testé (ex. : jonction B-e d'un transistor, fragile en inverse). Cet élément verra son courant limité par R_4 ou R_5. Il ne restera alors plus qu'à connecter la voie X aux bornes du composant soumis au test, et la voie Y, aux bornes de la résistance limitatrice, faisant office de shunt d'ampèremètre.
Si vous disposez d'une inversion du canal Y sur votre oscilloscope, mettez la en service afin d'obtenir l'axe des Y dans le sens correct (vers le haut).

REALISATION PRATIQUE

1° Le circuit imprimé

Donné à la **figure 3**, on le réalisera à l'aide de verre époxy, pour des raisons de solidité mécanique. On pourra soit exécuter un calque du tracé puis insoler une plaque présensibilisée, soit dessiner directement le circuit sur le cuivre, à l'aide de transfert type Mécanorma. Ces symboles, présentés sous la forme de planches recouvertes d'une feuille de protection, reprennent les lettres, chiffres, ronds, lignes droites, courbes... habituels. On les applique à l'aide d'un crayon tendre ou d'une spatule.
Après passage au perchlorure de fer tiède (≃ 30 °C), on rincera abondamment à l'eau claire, puis on percera le circuit séché à :
- 0,8 ou 1 mm pour l'ensemble des composants ;
- 1,3 mm pour les cosses-poignards.

2° L'implantation (fig. 4)

Elle ne posera aucun problème particulier si l'on prend soin de l'orientation du pont moulé PT_1, du condensateur C_1 et des trois circuits intégrés (voir **fig. 6**). CI_2 et CI_3 se monteront de préférence sur des supports, permettant, en cas de destruction, une interchangeabilité particulièrement simplifiée. L'ensemble de la maquette pourra parfaitement s'insérer dans un boîtier *Retex* référence *Elbox RE 1*.

3° Le câblage (fig. 5)

Sur le circuit primaire du transformateur, il faudra isoler chacune des connexions avec de la gaine, évitant ainsi tout contact accidentel avec le potentiel 220 V. On utilisera également des passe-fils pour les traversées de façade (cordon secteur et fiches crocodiles), éliminant ainsi tout endommagement des isolants électriques.

Photo 3. – Gros plan sur le pont redresseur (en vert).

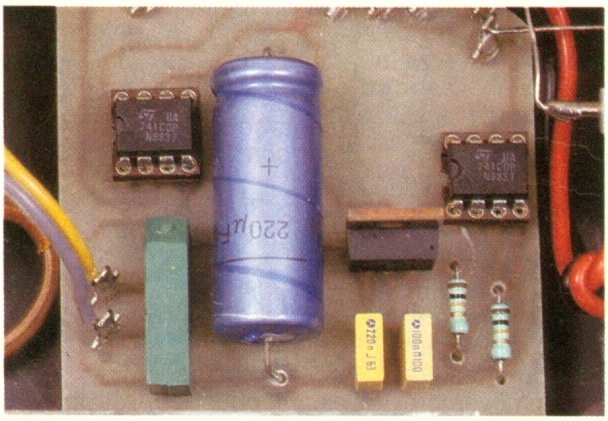
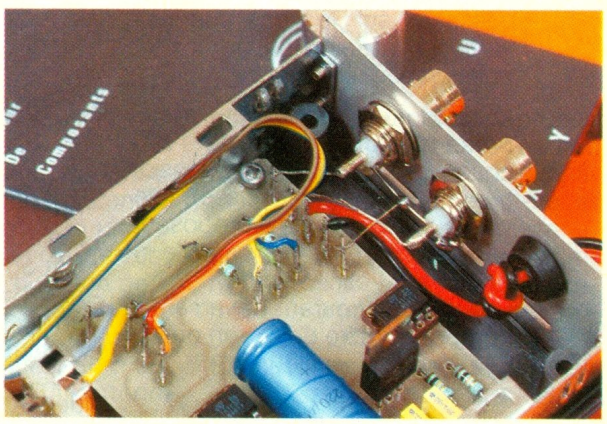
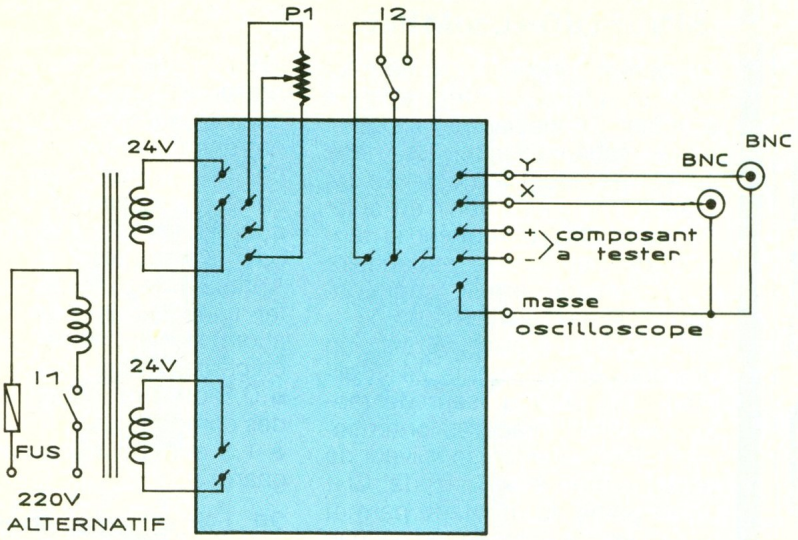


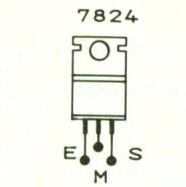
Photo 4. – Utilisation de fiche BNC « châssis ».

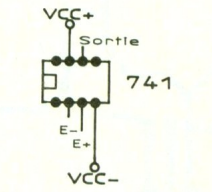


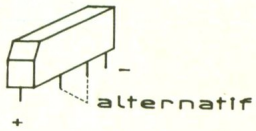
5 *Plan de câblage de l'ensemble et raccordements à l'oscilloscope par l'intermédiaire de fiches BNC.*



6 *Brochages des composants actifs.*







UTILISATION

- mettre sous tension l'oscilloscope ;
- régler :
  – les deux canaux sur GND ;
  – les deux commutateurs de tension sur 5 V ;
  – le mode de déclenchement sur alterné ;
  – l'inversion de la trace de Y ;
- aligner les traces sur la ligne centrale de l'écran ;
- régler les deux canaux sur DC ;
- mettre sous tension la maquette en laissant le circuit de test ouvert ;
- relier les connexions X et Y de l'oscilloscope et du testeur, par des câbles coaxiaux BNC/BNC ;
- commuter l'oscilloscope en mode X-Y ;
- aligner, si nécessaire, la trace horizontale obtenue sur la ligne centrale, à l'aide du bouton de position du canal Y ;
- court-circuiter les cordons de test, puis aligner la trace, si nécessaire, sur la ligne médiane verticale, à l'aide du bouton de position des deux traces.

Le testeur et l'oscilloscope sont à présent réglés. Lors de l'affichage d'une courbe, la tension V, sur l'axe des x (abscisse), relevée aux bornes du composant, correspond réellement à celle indiquée par l'oscilloscope.
La valeur du courant traversant le composant (axe des Y, en ordonnée), aura pour valeur :

- en position 1 :

$$I = \frac{\text{V oscilloscope en Y}}{10\,000\ \Omega}$$

- en position 2 :

$$I = \frac{\text{V oscilloscope en Y}}{2\,200\ \Omega}$$

- les valeurs calculées seront justes à 5 % près ou à 1 % près, suivant la précision de R_4 et de R_5.

REMARQUES

1° L'oscilloscope connecté en mode X-Y voit sa base de temps inhibée. Si aucun signal n'est injecté sur ses entrées, un point lumineux reste stationnaire sur l'écran. En restant dans cette situation, on brûle la surface à cet endroit. Pour l'éviter, on diminuera sensiblement l'intensité lumineuse du spot.
2° Lors du test d'un condensateur, il faudra *impérativement* décharger au préalable la capacité, afin d'éviter toute destruction de la maquette. De même, en cas de test de composants en circuit, on devra obligatoirement couper la tension d'alimentation de l'élément considéré.

CONCLUSION

Le faible coût d'un tel montage devrait inciter bon nombre de possesseurs d'oscilloscopes à le réaliser.
Cet appareil, très simple en définitive, rendra de grands services en testant rapidement vos composants. Il sera le complément idéal de la sonde logique/ testeur de continuité parue en novembre 1988.

Christophe PICHON

LISTE DU MATERIEL

R_1, R_2 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_3 : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
R_4 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_5 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
P_1 : potentiomètre linéaire de 10 kΩ
C_1 : 220 µF/63 V axial
C_2 : 220 nF
C_3 : 100 nF
CI_1 : 7824 (régulateur de tension 24 V)
CI_2, CI_3 : 741 (amplificateur opérationnel)
PT_1 : pont redresseur rectangulaire
1 porte-fusible façade
1 fusible en verre 80 mA
1 interrupteur
1 inverseur – un contact
1 transformateur 220 V, 2 x 24 V, 3 VA minimum, à enroulements séparés
2 supports de circuit intégré 8 pattes
2 fiches BNC châssis
2 pinces-crocodile (rouge et noire)
2 passe-fils
1 boîtier Retex, référence Elbox RE 1
1 cordon secteur
Cosses pour CI, soudure, vis, bouton pour potentiomètre, fils électriques, etc.

GENERATEURS DE FONCTIONS

Le générateur de fonctions fait partie intégrante du laboratoire de l'électronicien au même titre que l'oscilloscope ou le multimètre. Cet appareil assez onéreux, il faut le dire, s'il est acheté dans le commerce, peut faire l'objet d'une réalisation d'amateur pour peu que l'on ne soit pas tenté par des fréquences trop hautes et par un étalonnage ultra-précis.

Nous vous proposons donc deux versions d'un tel appareil, une première très économique ne délivrant que des signaux rectangulaires et une seconde plus performante permettant d'obtenir en plus des signaux triangulaires et sinusoïdaux au moyen d'un unique circuit intégré spécialisé d'un prix très abordable, compte tenu de ses performances et de sa mise en œuvre facile.

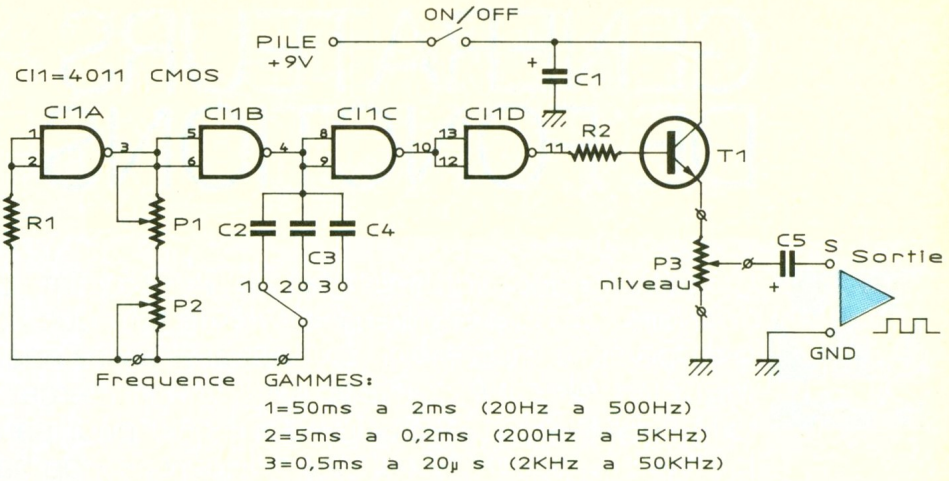
A – PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT

On appelle générateur de fonctions un appareil qui produit au choix ou simultanément un signal rectangulaire ou carré, triangulaire ou encore sinusoïdal. Outre le fait d'avoir une tension à une fréquence déterminée pour la production de sons audibles divers, on utilise encore ce dispositif pour étudier à l'aide de l'oscilloscope la courbe de réponse en fréquence d'un amplificateur électronique ou pour la mise au point d'un équaliseur ou autre correcteur de tonalité. On peut également tester la sensibilité exacte des filtres actifs de type passe-bande, coupe-bande, passe-haut ou passe-bas. Dans les synthétiseurs, on utilise les formes d'onde triangulaires et rectangulaires en raison de leur richesse en harmoniques. Ces circuits portent alors le nom de VCO (Voltage Controled Oscillator) et une variation de tension externe permet de faire évoluer la fréquence de sortie dans de très larges proportions.

Le signal carré est généré très aisément à l'aide d'un simple multivibrateur ou oscillateur astable à courant de faire appel à quelques portes logiques de type NAND ou NOR. C'est d'ailleurs cette solution qui sera retenue dans notre première réalisation qui utilise un vulgaire circuit C-MOS 4011. En commutant quelques condensateurs et avec un simple potentiomètre, on peut construire un oscillateur rudimentaire certes, mais suffisamment pratique pour bon nombre d'applications.

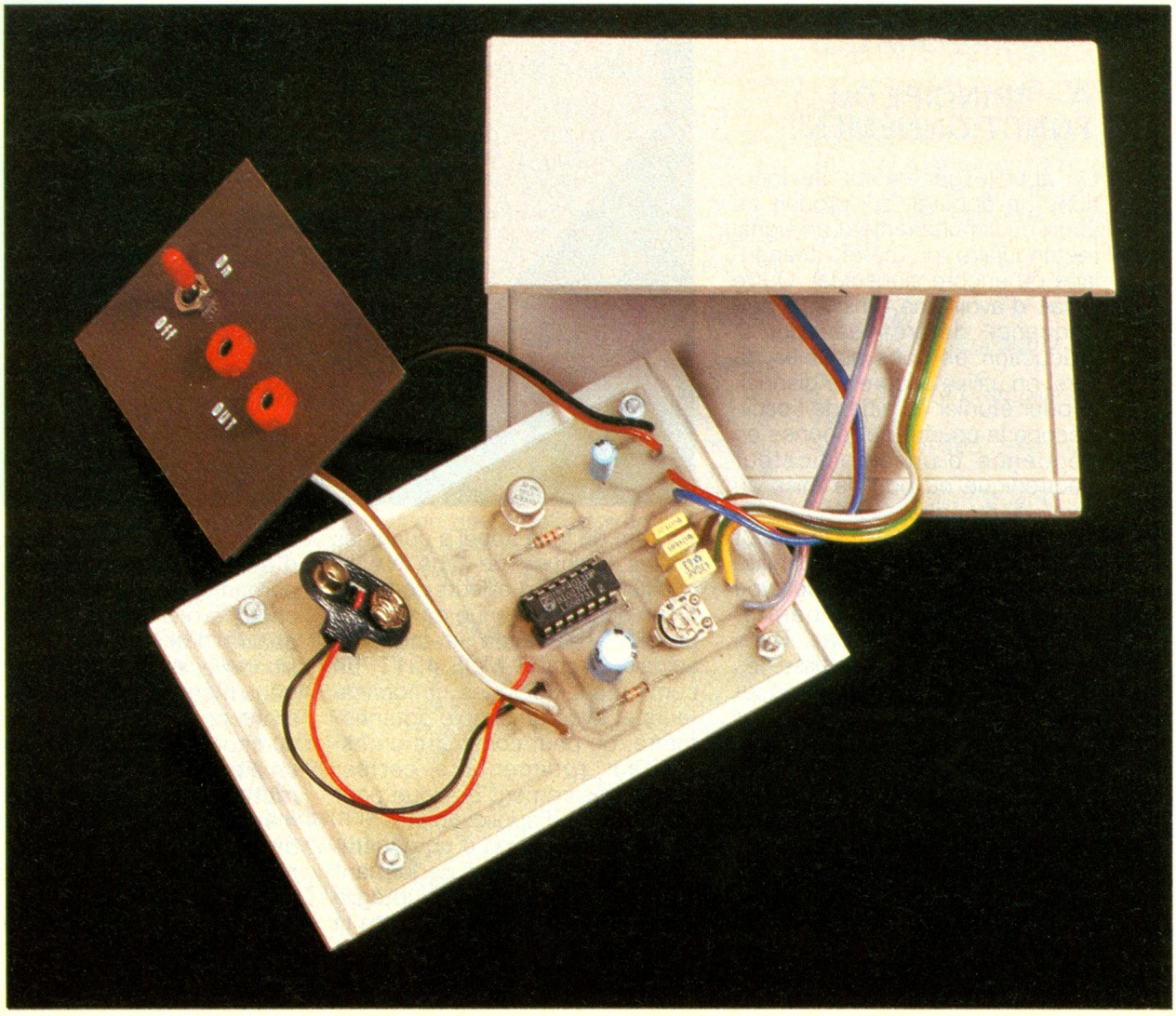
La seconde version d'un générateur de fonctions plus performant fait usage d'un circuit intégré spécial de chez EXAR et porte la référence XR 2206. Ce circuit s'accommode de peu de composants externes pour un schéma d'application standard, en ne perdant pas de vue que nous ne chercherons pas à atteindre la qualité d'une réalisation professionnelle, surtout dans les hautes fréquences. Il délivre simultanément un signal rectangulaire et au choix un signal triangulaire ou un autre sinusoïdal par une commutation externe. Habituellement, le signal sinusoïdal est produit par un oscillateur LC à transistor, mais sa mise au point est délicate. On trouve aussi les oscillateurs à déphasage ou ceux à filtre sélectif utilisant un ampli-op. Une autre méthode

1 *Le schéma de principe fait essentiellement appel à un 4011.*

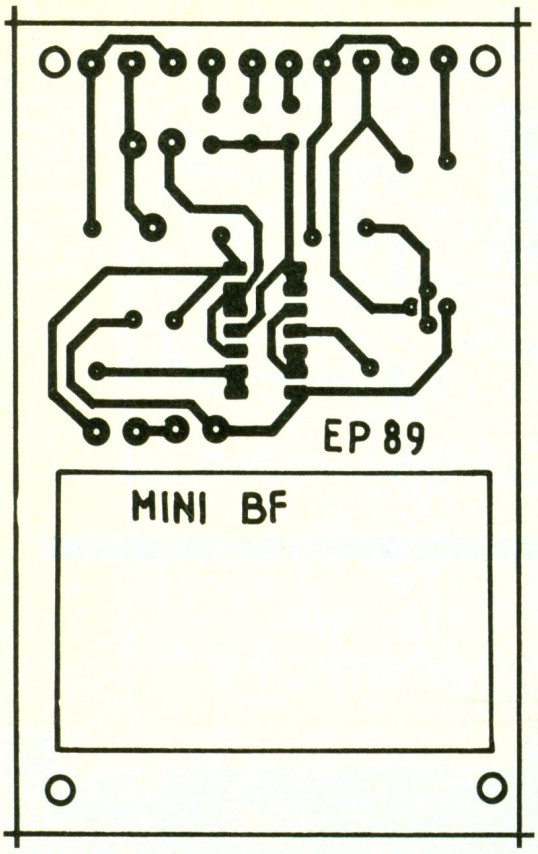


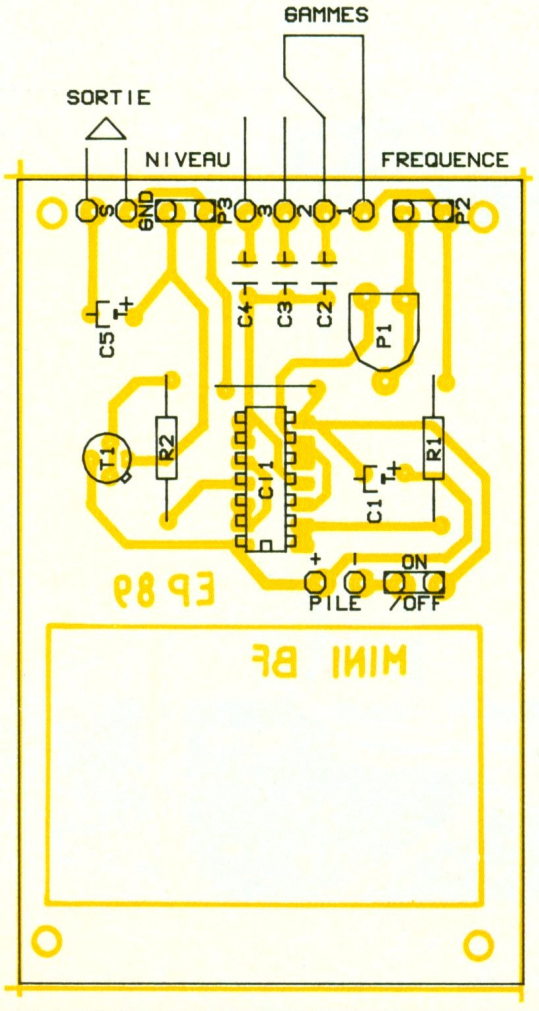
consiste à produire un signal en dents de scie à l'aide d'un oscillateur à relaxation faisant appel par exemple au désormais célèbre mais dépassé transistor unijonction 2N 2646. Il est aisé ensuite de produire une courbe triangulaire utilisant un générateur de courant constant pour charger un condensateur et le décharger très vite par un transistor (intégrateur de Miller). La transformation du signal triangulaire en signal carré st tout aussi simple en exploitant les propriétés d'un trigger de Schmitt. On peut obtenir cela également par écrêtage progressif avec une série de diodes par exemple ou encore en faisant appel à un transistor à effet de champ surmodulé d'une manière symétrique. Nous nous contenterons d'exploiter les possibilités du circuit EXAR sans nous étendre davantage sur le principe de son fonctionnement interne. La gamme des fréquences va de moins de 1 Hz à plus de 100 kHz, donc largement de quoi couvrir le spectre audible !
De multiples réglages permettront d'obtenir des courbes satisfaisantes tant du point de vue de la symétrie que de la distorsion. La fréquence de sortie sera évaluée à l'aide de la relation F = 1/RC en hertz. Les valeurs recommandées pour la résistance R seront comprises entre 4 kΩ et 200 kΩ, tandis que celles du condensateur s'échelonnent de 1 nF à 100 µF au moyen d'un commutateur en plusieurs gammes.

Photo 2. – On pourra introduire le montage à l'intérieur d'un coffret économique de la Tôlerie Plastique.



2-3 *Un tracé de circuit imprimé, à l'échelle facile à reproduire.*





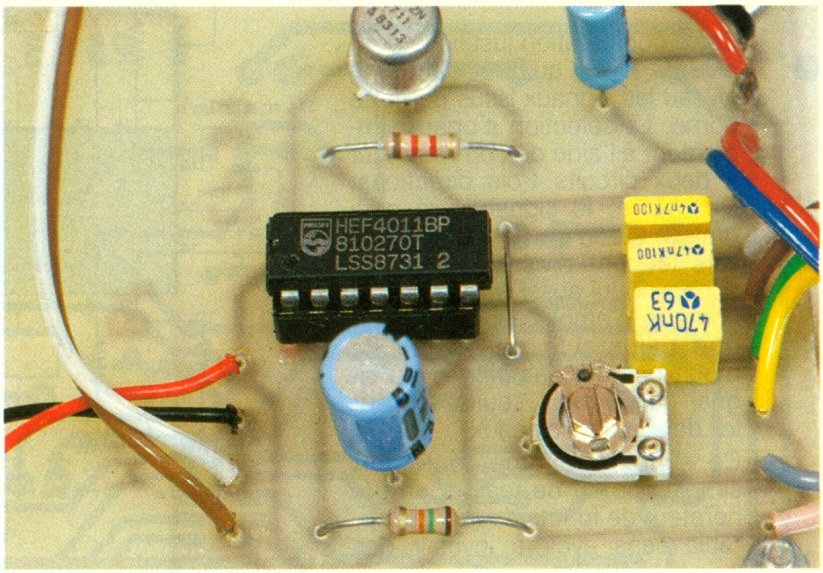


Photo 3. – Utilisation du circuit intégré le moins cher.

B – ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

1° Version mini-générateur BF C-MOS 4011

Vous trouverez ce petit schéma à la **figure 1** ; son prix de revient dérisoire devrait inciter bon nombre de lecteurs à entreprendre sa construction. Les portes NAND A et B forment un classique oscillateur astable dont il est possible de calculer la fréquence à l'aide de la relation :

$F = 1/0,6 \cdot R \cdot C$

La composante R de la formule est constituée en fait par la résistance R_1, l'ajustable P_1 et le potentiomètre de réglage P_2 à variation linéaire. L'autre élément variable est l'un des trois condensateurs C_2, C_3 ou C_4 qui détermine la gamme des fréquences qui sont les suivantes :

– de 20 Hz à 500 Hz soit de 50 ms à 2 ms ;
– de 200 Hz à 5 kHz soit de 5 ms à 0,2 ms ;
– de 2 kHz à 50 kHz soit de 0,5 ms à 20 μs ;

plages qui, on le constatera se recouvrent parfaitement. Les portes C et D également montées en inverseurs acheminent le signal carré à travers la résistance R_2 sur la base du transistor T_1 qui alimente à son tour le potentiomètre de réglage d'amplitude (niveau) dont le curseur est relié enfin à la sortie du circuit. Une simple alimentation sur une petite pile de 9 V fera l'affaire, ou au besoin on peut monter six éléments de piles DE 1,5 V dans un coupleur adapté (piles R_6).

2° Version EXAR XR 2206

Cette seconde version plus performante se retrouve à la **figure 4**. Le cœur du montage est bien sûr le circuit intégré à 16 broches qui assure à lui seul le gros du travail. Le constructeur préconise une tension de 10 à 26 V, nous opterons pour une alimentation classique sur secteur, régulée à 12 V par le circuit 7812 bien connu. Une alimentation symétrique pour notre version simplifiée ne sera pas nécessaire. La tension positive est appliquée sur la broche 4, tandis que le niveau bas ou masse se retrouve à la borne 12 du circuit.

Les divers condensateurs C_5, C_6, C_7 et C_8 produisent des fréquences s'étalant de moins de 1 Hz à environ 100 kHz en quatre gammes. Les fréquences supérieures sont quelquefois moins régulières et sujettes à quelques déformations. Le réglage fin des fréquences sera obtenu simplement en manipulant le potentiomètre P_5 en face avant. Quelques ajustables sont nécessaires dans le circuit pour ajuster parfaitement la forme des divers signaux et plus particulièrement le signal triangulaire ou sinusoïdal. Ces deux signaux sont disponibles sur la broche 2 du circuit EXAR l'un après l'autre selon que le contact placé entre les broches 13 et 14 est fermé ou non. S'il l'est, on insère l'ajustable P_2 dans le circuit et on récupère un signal sinusoïdal à la broche 2. L'ouverture du contact entre ces deux broches produit sur la même borne un signal triangulaire, d'une amplitude plus forte que le signal précédent.

4 *Cette seconde version plus performante emploie un XR 2206 qui résume toutes les fonctions.*

Cette constatation justifie le pont diviseur R_8-R_9 qui met au même niveau les signaux issus de cette borne. La sélection s'opère simplement à l'aide du commutateur à deux circuits trois directions. De même, le signal carré sera prélevé sur la borne 11 et à travers le pont diviseur R_3-R_4 est acheminé lui aussi vers le potentiomètre d'amplitude P_6. A noter que l'ajustable de niveau P_3 n'agit pas sur l'amplitude du signal carré, mais seulement sur les deux autres signaux.

Ce schéma somme toute fort simple permet de réaliser un générateur de fonctions très acceptable sans avoir à investir des frais trop élevés.

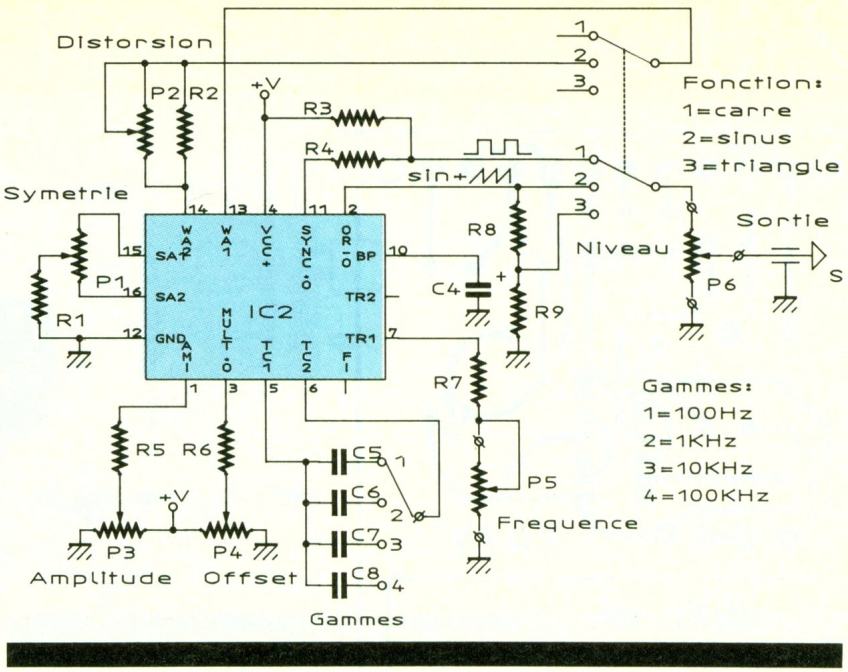
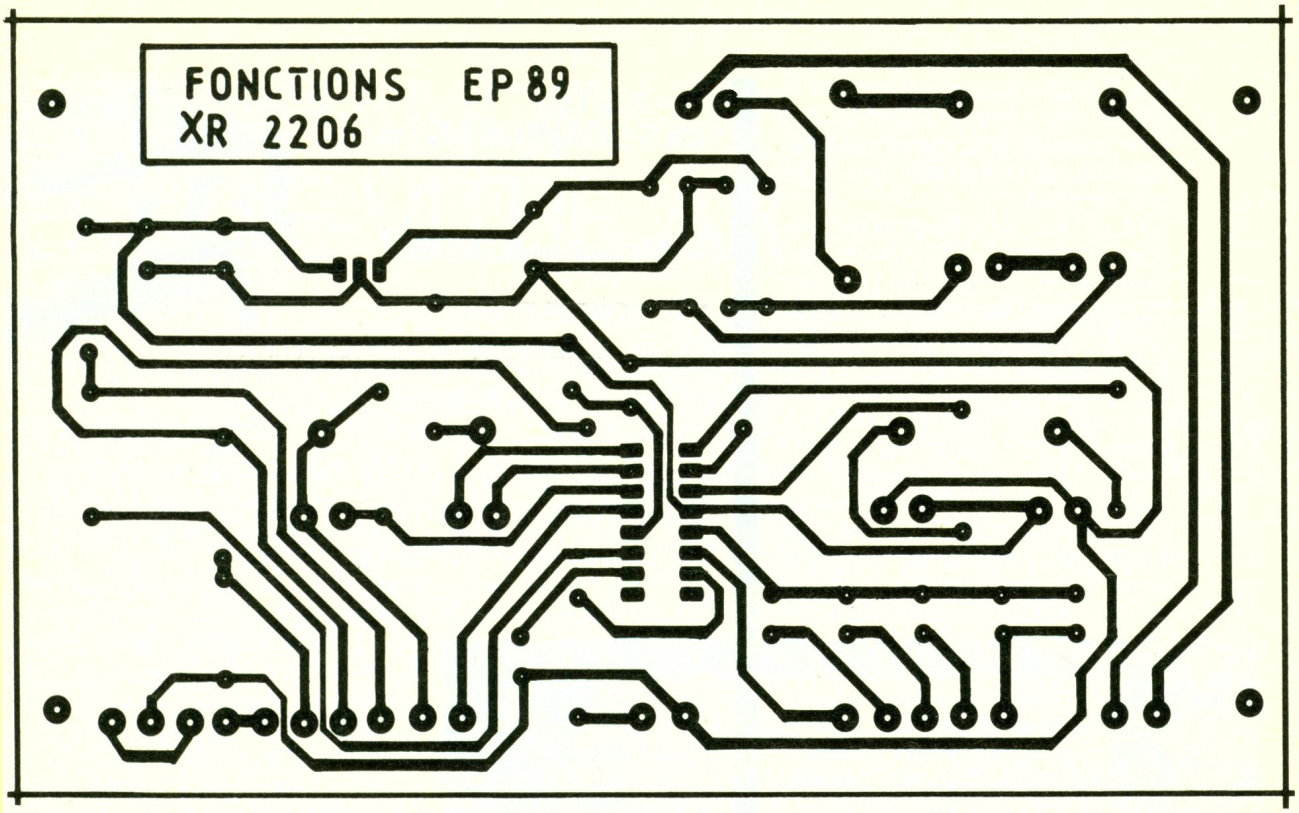


Photo 4. – Une implantation claire et aérée des composants facilitera le montage.

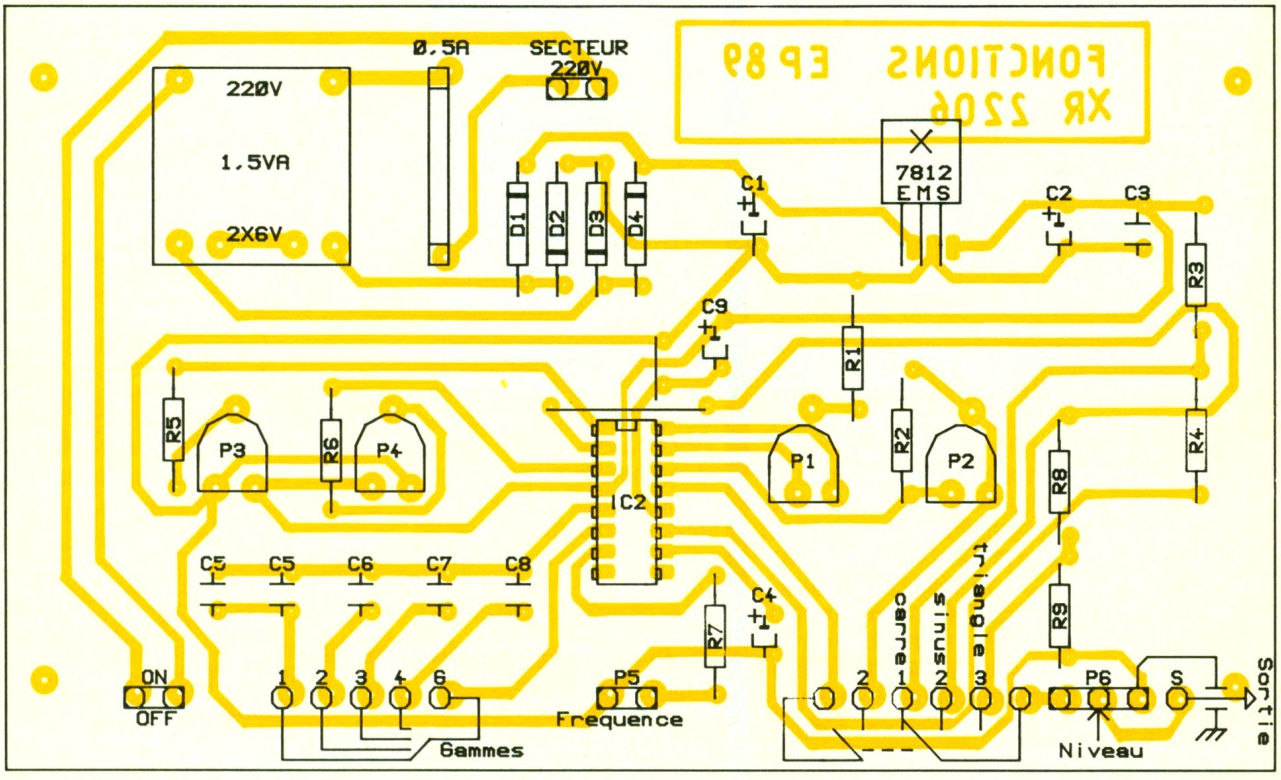
5

Compte-tenu du nombre de composants « discret », une carte imprimée plus grande s'avère nécessaire.



6

L'implantation des éléments comporte deux straps de liaison qu'il conviendra de ne pas oublier.



Avec un minimum de soin, l'amateur pourra se construire un appareil satisfaisant et pour peu qu'il possède un oscilloscope, il réussira à faire un étalonnage très soigné.

Nous pensons par ailleurs que seuls les possesseurs d'un oscilloscope trouverons un intérêt à construire cette maquette en raison de sa nature et de ses applications.

C – REALISATION PRATIQUE

Nous avons volontairement bien séparé les deux réalisations pour permettre au lecteur d'entreprendre la construction du modèle de son choix. Le cirucit imprimé de la première version est très restreint et se trouve à l'échelle 1 à la **figure 2.** Il se reproduira aisément à l'aide de quelques transferts directs ou par un procédé photographique. Le circuit imprimé du générateur utilisant le XR 2206 est plus important déjà, et vous trouverez son dessin à la **figure 5**. Il vous sera possible de modifier ses dimensions selon le modèle de coffret retenu. Nous avons déniché un coffret Retex très facile à mettre en œuvre et d'un aspect très plaisant avec ses deux pieds escamotables avants (voir photos). Les **figu-**

res 3 et 6 indiquent clairement la place des divers composants ainsi que les raccordements extérieurs assez nombreux pour chaque version.
La mise au point du premier module à circuit C-MOS 4011 est quasi nulle, si ce n'est un léger tarage par l'ajustable P_1. La seconde version est plus performante et on peut s'attendre de ce fait à une procédure de réglage plus compliquée. Sans oscilloscope, le réglage est relativement ardu car on travaille en aveugle ; même en utilisant un petit amplificateur, il n'est pas évident à l'oreille de déterminer si la forme d'une onde est correcte ou non. Avec un oscilloscope, le vôtre ou celui d'un ami, d'un club ou d'un réparateur Hi-Fi, les choses sont plus simples. Après avoir choisi la forme d'onde triangulaire à l'aide du commutateur à trois directions et sur une gamme de fréquences moyennes, on cherchera l'amplitude maximale sans écrêtage à l'aide de P_3. Les sommets du triangle devront être parfaitement « pointus » vers le haut et vers le bas. L'ajustable d'offset P_4 lui aussi devrait être positionné de manière à n'occasionner aucune ligne horizontale dans le signal triangulaire. En fait, ces deux réglages sont à effectuer simultanément.
En commutant sur la sinusoïde, les ajustables P_1 et P_2 permettrons d'obtenir une courbe parfaite, bien « arrondie » aux sommets et surtout parfaitement symétrique. Le retour sur la triangulaire ne doit faire apparaître aucune déformation de ce premier signal. Les amplitudes seront en principe identiques et atteignent environ 1,5 V crête, réglable cette fois-ci par le potentiomètre de niveau P_6. Le signal carré n'a besoin d'aucune mise en forme et doit être parfait du premier coup. Son amplitude est identique en raison du pont diviseur R_3-R_4. Le changement de gamme ne doit pas déformer exagérément les courbes, mais une légère altération dans les fréquences extrêmes n'est pas à écarter et reste sans remède.

Nous sommes persuadés que vous saurez exploiter au mieux les possibilités de votre nouvel appareil de laboratoire et ne regretterez pas les quelques efforts consentis à sa réalisation.

Guy ISABEL

D – LISTE DES COMPOSANTS

A. Mini-générateur BF

1. Semi-conducteurs

IC_1 : portes NAND A, B, C, D, C-MOS 4011
T_1 : transistor NPN 2N1711 ou équivalent

2. Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R_1 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
R_2 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
P_1 : ajustable horizontal 1 kΩ pas 2,54 mm
P_2 : potentiomètre 100 kΩ variation linéaire
P_3 : potentiomètre 10 kΩ variation linéaire

3. Condensateurs

C_1 : chimique vertical 100 µF/16 V
C_2 : plastique 470 nF
C_3 : plastique 47 nF
C_4 : plastique 4,7 nF
C_5 : chimique vertical 10 µF/16 V

4. Divers

Boîtier Tôlerie Plastique
Coupleur pression pour pile 9 V
Inter miniature
Support à souder 14 broches
2 bornes banane isolées
3 boutons pour commutateur et potentiomètres
1 commutateur rotatif 1 circuit 3 directions
Epoxy, fil souple, visserie

B. Générateur de fonctions XR 2206

IC_2 : générateur de fonctions XR 2206 CP de EXAR.
4 diodes 1N4007 redressement
Régulateur intégré 12 V positifs 7812

2. Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R_1 : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_2 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
R_3 : 820 Ω (gris, rouge, marron)
R_4 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_5 : 27 kΩ (rouge, violet, orange)

Photo 5. – Belle présentation du montage en coffret Retex, modèle avec béquilles.

R_6 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_8 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_9 : 680 Ω (bleu, gris, marron)

P_1 : ajustable horizontal 47 kΩ (symétrie)
P_2 : ajustable horizontal 1 kΩ (distorsion)
P_3 : ajustable horizontal 100 kΩ (amplitude)
P_4 : ajustable horizontal 10 kΩ (offset)
P_5 : potentiomètre 220 kΩ A (fréquence)
P_6 : potentiomètre 100 kΩ A (niveau)

3. Condensateurs

C_1 : chimique vertical 2 200 µF/25 V
C_2 : chimique vertical 470 µF/25 V
C_3 : plastique 2,2 nF
C_4 : chimique vertical 22 µF/25 V
C_5 : plastique 1 µF (2 fois 470 nF en parallèle)
C_6 : plastique 100 nF
C_7 : plastique 10 nF
C_8 : plastique 1 nF
C_9 : chimique vertical 47 à 100 µF/25 V

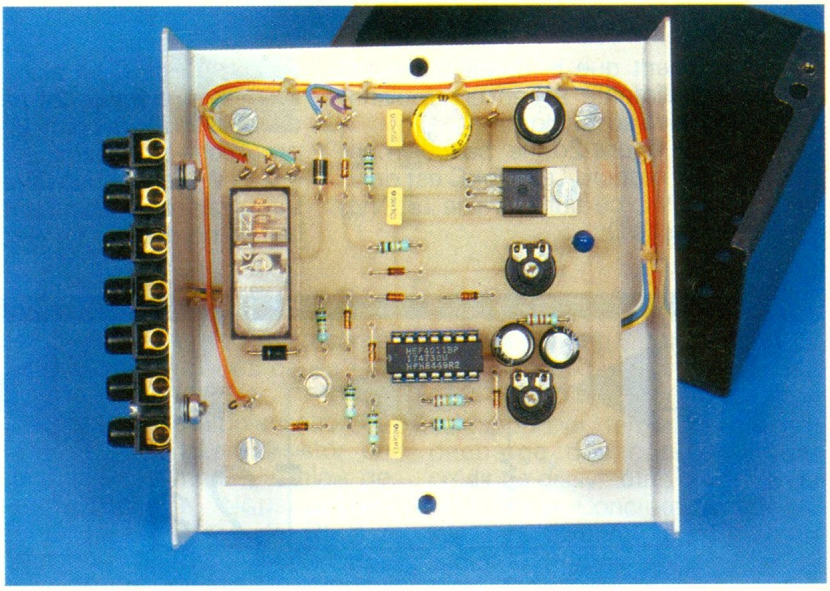
4. Divers

Boîtier plastique Retex
Transformateur à picots 220/12 V 1,5 VA
Porte-fusible + cartouche sous verre 0,5 A
Support à souder 16 broches
Bornes soudé-vissé 2 plots
1 commutateur 2 circuits 3 directions (fonctions)
1 commutateur 1 circuit 4 directions (gammes)
Interminiature
Prise châssis Cinch + fiche et câble blindé
Passe-fil, cordon secteur
Picots à souder, fil souple multicolore

COMMANDE ESSUIE-VITRE AR

De nombreux véhicules sont désormais équipés d'un essuie-vitre arrière. Cet équipement se révèle, en effet, indispensable, notamment pour les modèles à 5 portes. Il est cependant regrettable de constater que la commande s'effectue par un simple bouton-poussoir qui actionne, de surcroît, la pompe de lave-vitre.

L'électronique peut, une fois de plus, nous venir en aide de manière efficace avec un nombre limité de composants. Le dispositif que nous vous proposons permettra un balayage par intermittence de l'essuie-vitre arrière. Nous avons profité de l'occasion pour dissocier lave-vitre et essuie-vitre, afin d'autoriser quelques balayages supplémentaires après action du lave-vitre.
Comme vous pouvez vous en douter, ce montage sera particulièrement simple à mettre en œuvre, afin de rendre la réalisation accessible à tous. L'investissement sera étonnamment faible en regard des possibilités de ce dispositif.



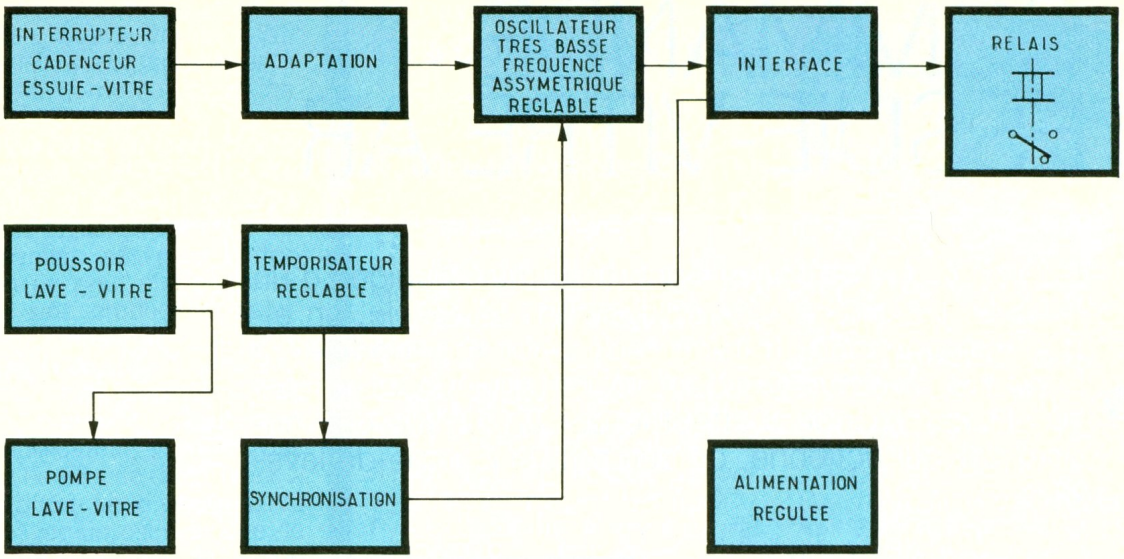
I – PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La **figure 1** représente le schéma synoptique de notre montage. L'interrupteur « cadenceur » commande, par le biais d'un étage adaptation, un oscillateur très basse fréquence. Ce dernier présente la particularité d'être assymétrique (nous verrons plus loin la raison) et réglable.
La sortie de l'oscillateur attaque, par l'intermédiaire d'un étage interface, le relais commandant le moteur de l'essuie-vitre.
Le bouton-poussoir de lave-vitre alimente directement la pompe électrique. Simultanément, un temporisateur est sollicité afin de maintenir, quelques secondes après l'arrêt de la pompe, le relais de l'essuie-vitre. Dans ces conditions, quelques balayages supplémentaires garantissent une vitre arrière propre.
Une synchronisation a également été prévue, afin d'éviter un balayage par le cadenceur, juste après l'action du lave-vitre. Terminons par l'alimentation qui est régulée, assurant un fonctionnement constant malgré les variations de tension de la batterie.

II – FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

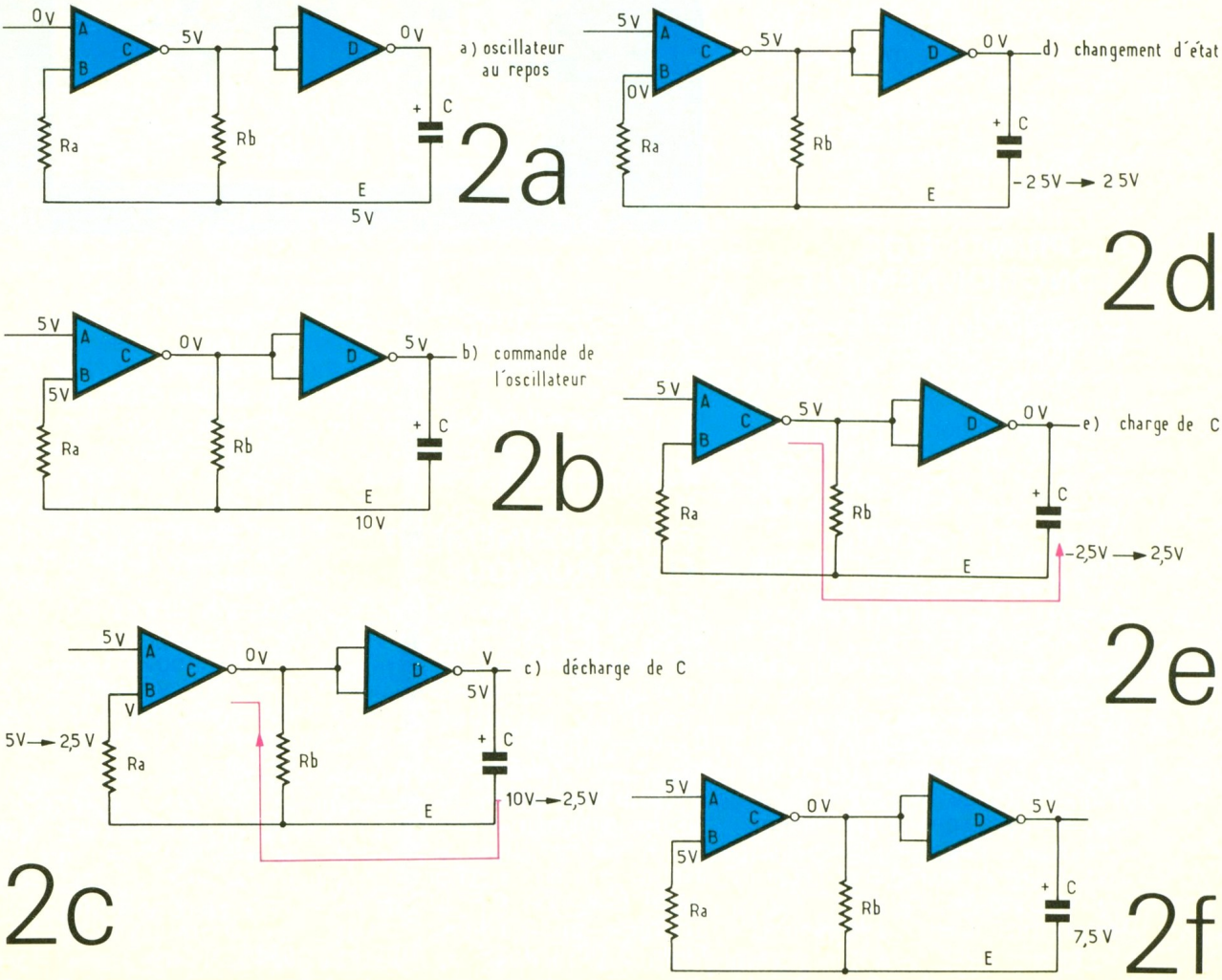
L'examen du schéma de principe laisse apparaître l'emploi d'un seul circuit intégré logique (4011). Les lecteurs habitués reconnaîtront les portes A et B montées en oscillateur. Ce montage comporte des particularités qui méritent quelques explications supplémentaires.
Le déroulement des différentes phases est représenté par les **figures 2.** En 2a, l'oscillateur est au repos, car son entrée est au niveau 0 (NV_0) avec bien sûr 0 V. La sortie C présente donc un NV_1, tandis que la sortie D ne peut être qu'au NV_0. La borne + du condensateur C est donc chargée à + 5 V par Rb. Cette tension se retrouve sur l'entrée B.
Si nous commandons l'oscillateur par un NV_1 en A, la sortie C passera au NV_0, ce qui garantira un NV_1 en D. Le condensateur qui était chargé à 5 V conserve cette charge momentanément. Nous retrouvons donc, au point E, 10 V (5 V + 5 V). Le rôle de Ra est capital à cet instant, car c'est elle qui limite à 5 V la tension appliquée à B.
En 2c, nous observons la décharge de C *via* Rb et la sortie C. Le seuil de basculement de l'entrée N est d'environ 2,5 V. La tension sur la borne + de C passera progressivement de 10 V à 2,5 V. Nous remarquons à ce

1 *Synoptique : l'interrupteur « cadenceur » commande, par le biais d'un étage d'adaptation, un oscillateur très basse fréquence. La sortie sur relais rend le montage universel.*

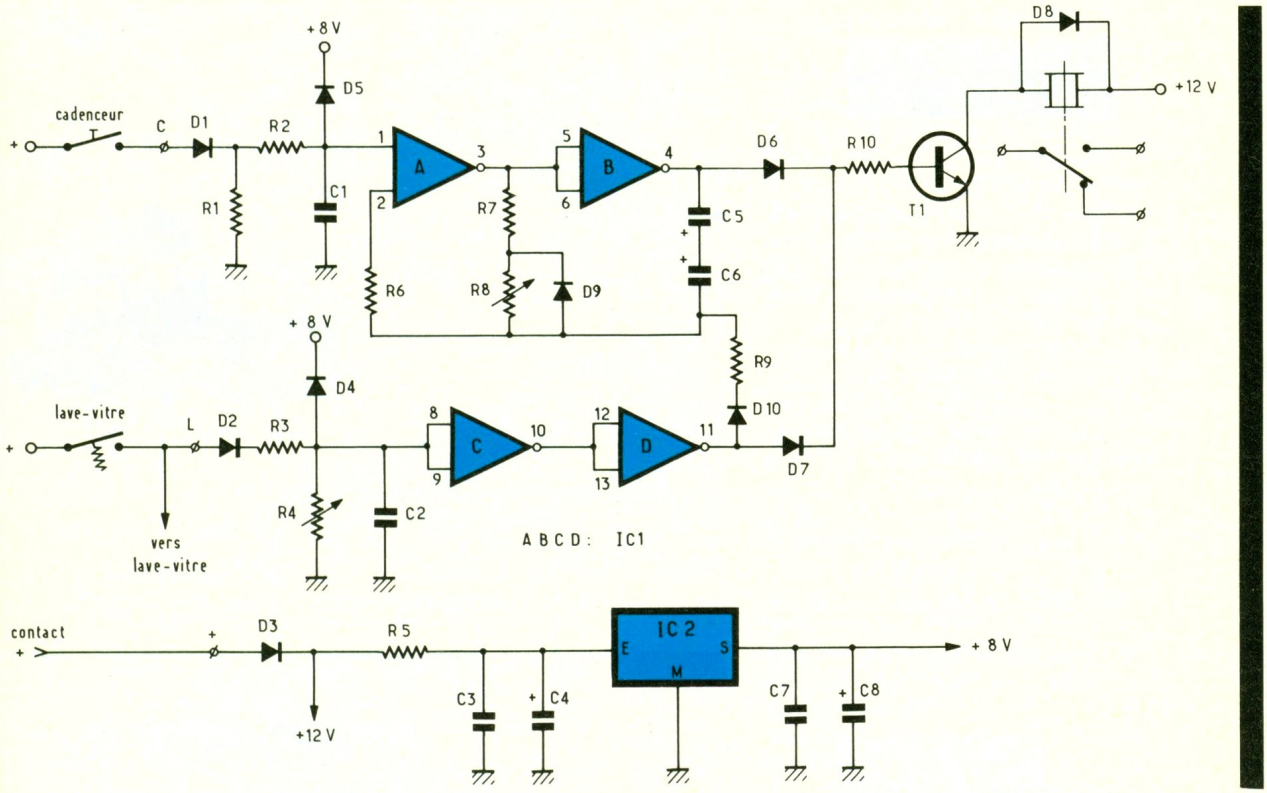


moment que le condensateur C est alimenté à l'envers (polarité positive sur sa borne –).
A la **figure 2d,** le basculement s'est produit. Le point C est donc au NV_1, ce qui entraîne un NV_0 en sortie D.

La charge de C va alors s'effectuer selon la **figure 2e** par la sortie C et Rb. Le point E passera progressivement de – 2,5 V à + 2,5 V. Le condensateur C retrouvera progressivement ses polarités normales. La tension de 2,5 V sera également appliquée à l'entrée B, qui autorisera le basculement des portes comme indiqué à la **figure 2f.**
Nous nous retrouverons selon la **figure 2c,** et ainsi de suite. Cette petite démonstration n'est pas



3 *L'examen du schéma de principe laisse apparaître l'emploi d'un seul circuit intégré 4011. Les lecteurs habitués reconnaîtront les portes A et B montées en oscillateur.*

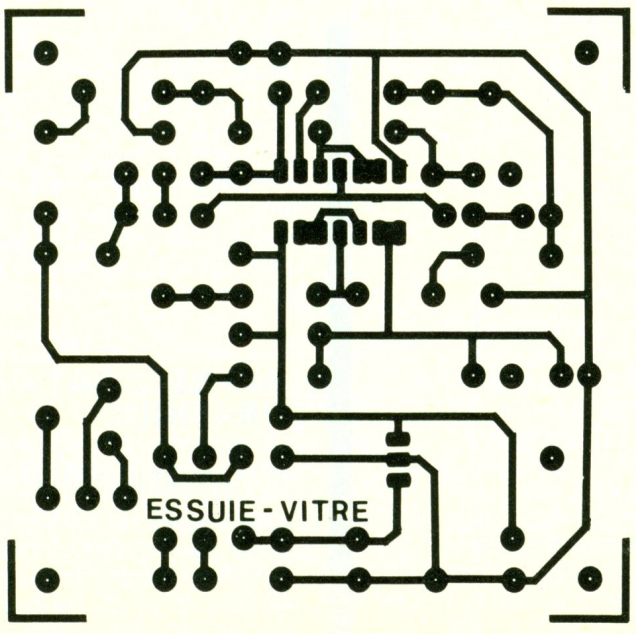


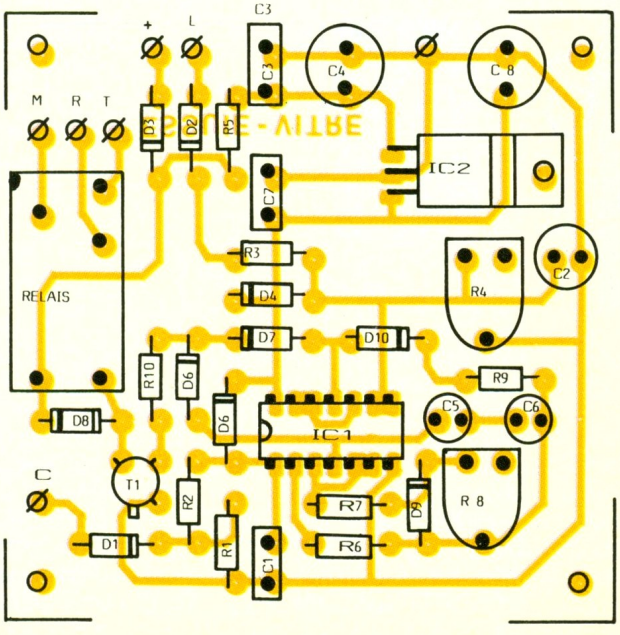
dénuée d'intérêt, pour montrer la nécessité d'utiliser pour C un modèle non polarisé. Un condensateur polarisé ne serait pas détruit, mais, alimenté en inverse, il présente un courant de fuite important qui risquerait de bloquer l'oscillateur.

Pour revenir à la **figure 3**, l'action sur l'interrupteur « cadenceur » permet l'application d'un NV_1 sur l'entrée A_1 *via* D_1 et R_2. Aussitôt, comme nous l'avons vu précédemment, la sortie B4 présente un signal pulsé à très basse fréquence.

Celui-ci autorise la polarisation de T_1 *via* R_{10} et D_6. Le transistor, en conduisant, alimente le relais de façon cyclique. Nous remarquons la présence de D_9 sur l'ajustable R_8 de valeur importante. Cette disposition permet de garantir une décharge rapide des condensateurs C_5 et C_6 par R_7 uniquement, tandis que la charge sera plus longue du fait de la présence de R_8.

Le rapport du temps de charge-décharge des condensateurs crée une dissymétrie en sortie de l'oscillateur. Concrètement, le relais sera alimenté pendant une seconde (temps pour lancer le moteur de l'essuie-vitre). En revanche, il sera au repos durant 1





4 *Le tracé du circuit imprimé publié grandeur nature se reproduira facilement à l'aide de transfert « Mecanorma ».*

5 *Côté implantation des éléments, seul le relais peut amener à modifier légèrement le tracé suivant son type.*

à 25 secondes, selon la position de R_8.
Nous avons vu précédemment que le condensateur de l'oscillateur devait être non polarisé. Or la valeur du condensateur à employer nécessite l'utilisation d'un modèle chimique, donc polarisé. L'astuce consiste à prévoir deux condensateurs chimiques en série, mais en opposition (par exemple le + relié avec le +).
Le fonctionnement du temporisateur reste particulièrement simple. Lors de l'action sur le poussoir du lave-vitre, C_2 se charge rapidement, *via* D_2 et R_3. Nous retrouvons donc un NV_1 sur les entrées C_8 et C_9. La sortie C_{10} passe alors au NV_0, tandis que la sortie D_{11} présente un NV_1.
T_1 est polarisé par D_7 et R_{10}. En conduisant, il permet l'alimentation du relais. Dès le relâchement du poussoir, la pompe de lave-vitre s'arrête. En revanche, C_2 reste chargé un certain temps selon la position de R_4. Durant ce délai, le moteur de l'essuie-vitre continue à être alimenté.
Parallèlement, l'ensemble des condensateurs C_5 et C_6 est chargé par D_{10} et R_9. Cette disposition permet d'initialiser l'oscillateur durant la temporisation de lave-vitre.
A l'issue de quelques secondes, les entrées C_8 et C_9 reçoivent un NV_0. La sortie D_{11} repasse au NV_0. Le transistor T_1 se bloque et le relais repasse à sa position de repos.
Remarquons la présence des diodes D_4 et D_5, destinées à protéger les entrées des portes logiques, car l'alimentation des poussoirs et des interrupteurs provient du + 12 V.
Nous terminerons par l'alimentation, régulée à 8 V par IC_2. La résistance R_5 protège ce dernier contre les surtensions issues du circuit électrique du véhicule. N'oublions pas que l'entrée des régulateurs n'apprécie pas les tensions supérieures à 30 V.

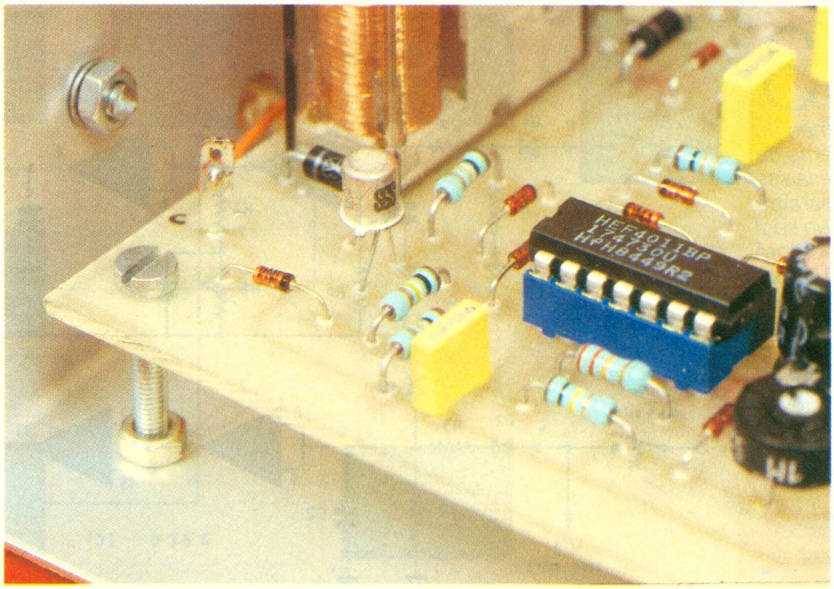


Photo 2. – Des vis et des écrous servent d'entretoises de fortune.

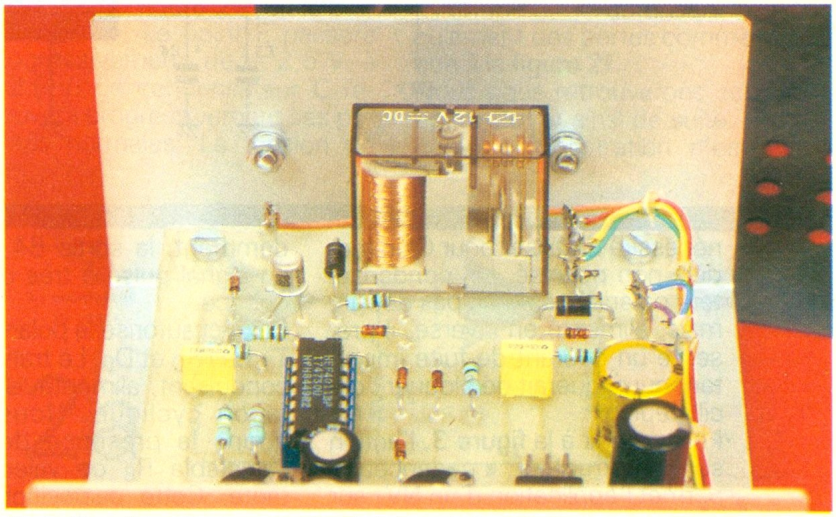
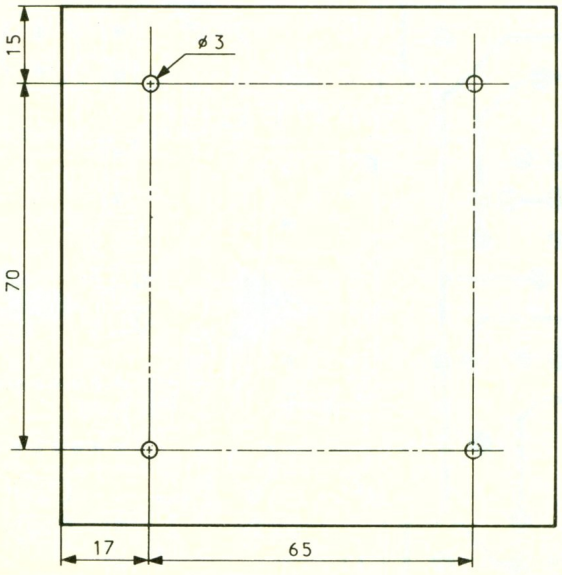


Photo 3. – Attention au type de relais lors de l'implantation.

6

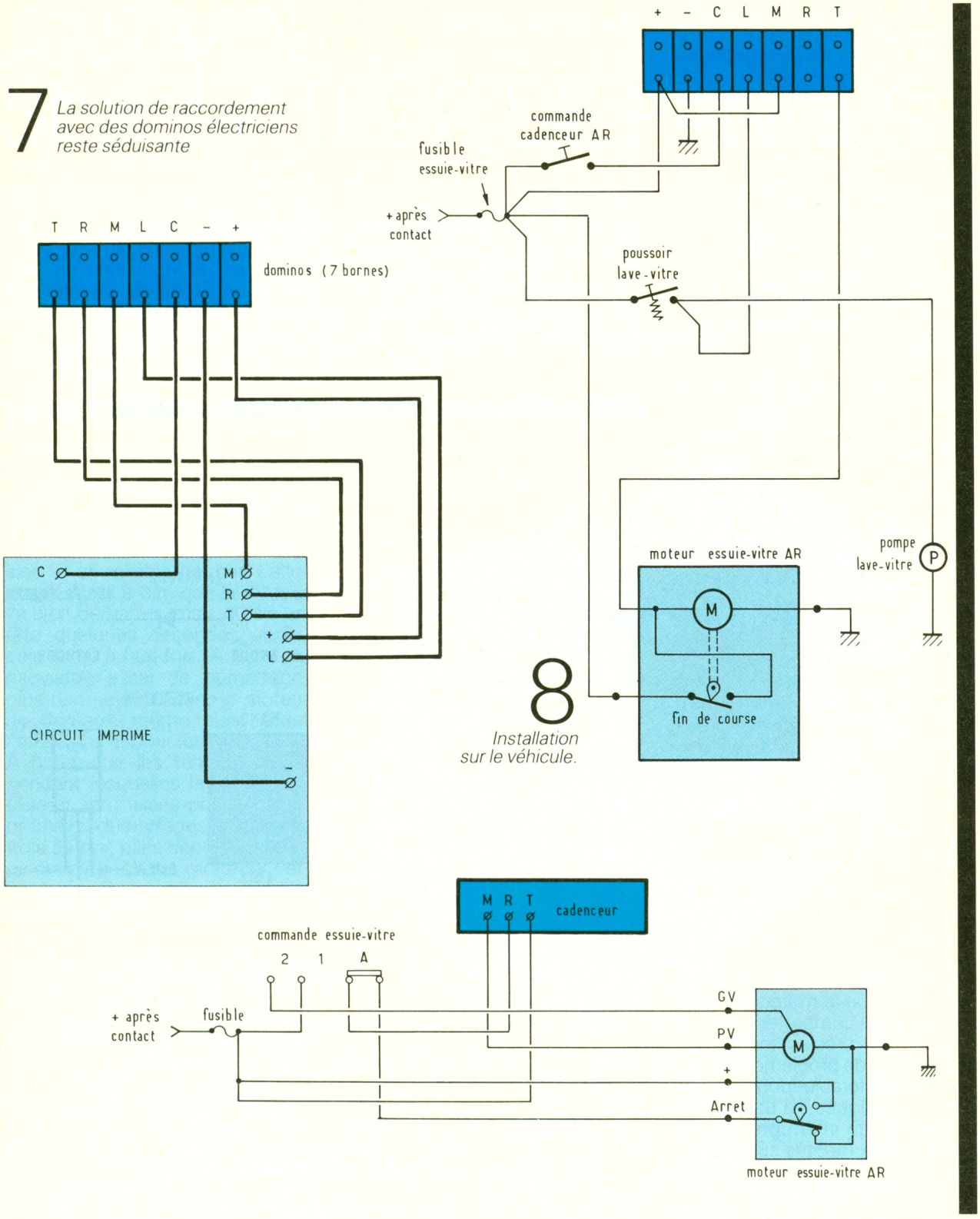
Le fond du coffret ESM sera percé conformément au plan de perçage ci-contre.



III – REALISATION PRATIQUE

a) Circuit imprimé

Le tracé retenu est représenté à la **figure 4**. Le dessin est suffisamment aéré pour autoriser le recours à la gravure directe pour les lecteurs débutants non équi-



7 *La solution de raccordement avec des dominos électriciens reste séduisante*

8 *Installation sur le véhicule.*

9 *Il conviendra de bien repérer les divers contacts du moteur d'essuie-vitre et du relais.*

pés. Rappelons cependant que la méthode photographiée, outre le gain de temps non négligeable, permet d'éviter toute erreur de reproduction.

Il conviendra de respecter les dimensions préconisées afin de faciliter l'insertion ultérieure dans le boîtier. Plonger la plaque dans le perchlorure de fer tiède tout en agitant régulièrement.

A l'issue de cette opération, procéder à un rinçage soigné. Après séchage, effectuer les différents perçages (0,8 mm pour le CI, 1 mm pour les petits composants, 1,2 mm pour les éléments plus importants, et enfin 3 mm pour les trous de fixation).

Repérer l'affectation de chaque connexion extérieure selon la **figure 5** avec un marqueur fin permanent, de manière à faciliter le câblage et une éventuelle maintenance ultérieure.

L'implantation des composants ne doit pas poser de problème majeur. Néanmoins, nous conseillons de prévoir un support pour IC_1, le coût de cet élément reste dérisoire en regard des avantages qu'il procure.

Selon l'usage, il est préférable de

commencer par les composants bas (diodes, résistances), pour finir par le relais et les condensateurs verticaux.
Cette opération se terminera par un contrôle systématique afin de déceler toute anomalie, notamment au niveau des soudures, de la valeur et de l'orientation des composants.

b) Montage final

Procéder au perçage du fond du coffret selon la **figure 6.** Prévoir également, à l'arrière du boîtier, la fixation du domino d'électricien à 7 bornes.
Fixer la carte imprimée dans le coffret à l'aide d'entretoises. Une solution particulièrement économique et efficace consiste à employer des boulons de 3 mm avec écrous et contre-écrous. Cette astuce présente, en outre, l'avantage de faciliter le réglage en hauteur du circuit.
Réaliser le câblage interne conformément à la **figure 7.** N'hésitez pas à prévoir du fil de couleur. L'opération de câblage n'en sera que plus aisée, et le risque d'erreur, minimisé.
Après un dernier contrôle de routine, on pourra insérer le circuit intégré sur son support, en veillant, bien sûr, à son orientation.

IV – MONTAGE SUR LE VEHICULE

Ce montage est prévu, à l'origine, pour commander un essuie-vitre arrière. Le raccordement, dans ce cas, est représenté à la **figure 8.** Il est facile de remarquer que le moteur de l'essuie-vitre doit comporter 3 fils.
Dans ce cas précis, l'installation ne pose pas de problème particulier. Il est préférable, pour des raisons esthétiques, d'utiliser un poussoir et un interrupteur semblable à ceux montés sur le véhicule.
Il est possible d'employer ce dispositif pour l'essuie-vitre avant. Dans ce cas, la commande est légèrement plus complexe, du fait du circuit de freinage électrique du moteur en fin de course. L'installation à prévoir est donnée à la **figure 9.** Le montage de l'interrupteur et du poussoir reste identique.

V – ESSAI FINAL

Après une ultime vérification, mettre le contact du véhicule. Appuyer sur le poussoir du lave-vitre : la pompe fonctionne, ainsi que l'essuie-vitre. Au relâchement, les balais continuent quelques manœuvres avant de revenir au repos. Eventuellement, régler cette temporisation par R_4. Agir sur l'interrupteur « cadenceur ». L'essuie-vitre doit effectuer un balayage par intermittence. Au besoin, régler la fréquence du balayage par l'ajustable R_8.

La mise au point est terminée. Il conviendra cependant de placer le boîtier à l'abri de l'humidité. La solution idéale est, bien sûr, sous la planche de bord, à proximité de la platine de fusibles.
Ce montage, peu coûteux et très simple à réaliser, facilitera grandement l'utilisation de l'essuie-vitre, en évitant la commande manuelle si fastidieuse à l'usage. Votre essuie-vitre arrière vous chagrinait, et vous avez un emplacement libre pour un interrupteur sur votre tableau de bord. Inutile de vous faire un dessin...

Daniel ROVERCH

LISTE DES COMPOSANTS

R_1 : 10 kΩ (brun, noir, orange)
R_2 : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
R_3 : 10 kΩ (brun, noir, orange)
R_4 : ajustable 1 MΩ horizontal
R_5 : 100 Ω (brun, noir, brun)
R_6 : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
R_7 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R_8 : ajustable 1 MΩ horizontal
R_9 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R_{10} : 10 kΩ (brun, noir, orange)

C_1 : 100 nF plaquette
C_2 : 10 µF 25 V tantale
C_3 : 100 nF plaquette
C_4 : 100 µF 25 V chimique vertical
C_5 : 47 µF 25 V chimique vertical
C_6 : 47 µF 25 V chimique vertical
C_7 : 100 nF plaquette
C_8 : 220 µF 25 V chimique vertical

D_1 : 1N4148
D_2 : 1N4148
D_3 : 1N4004
D_4 : 1N4148
D_5 : 1N4148
D_6 : 1N4148
D_7 : 1N4148
D_8 : 1N4004

T_1 : 2N2222
IC_1 : 4011
IC_2 : régulateur 7808

1 support DIL 14
1 relais Finder 12 V 1 RT 10 A réf. 40.31 ou équivalent
1 domino électricien 7 bornes
1 circuit imprimé
1 coffret ESM EM 10/05
Fils, vis, picots, etc.

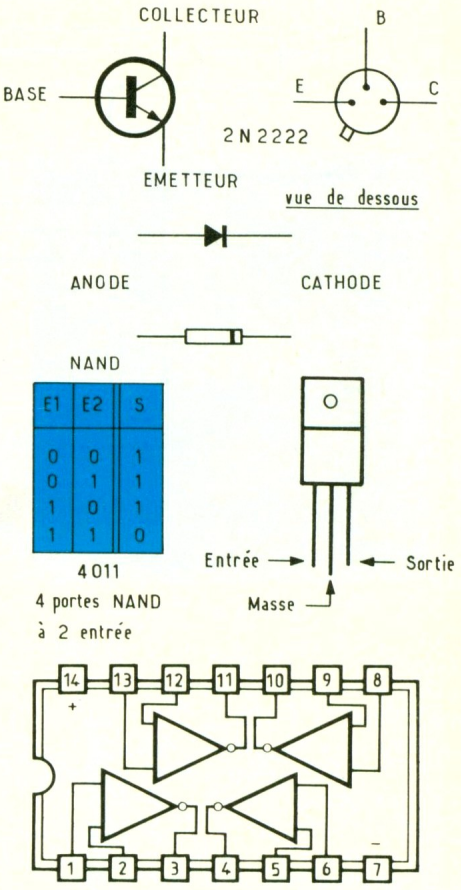
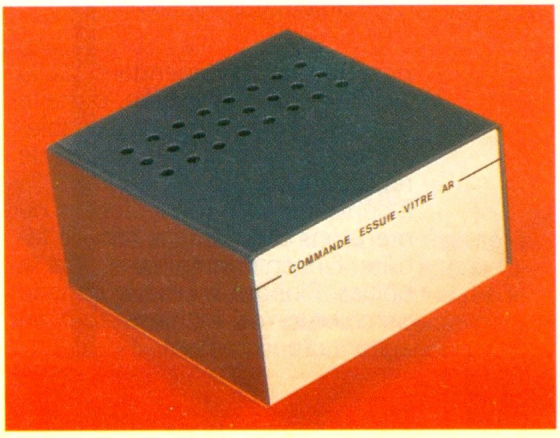


Photo 4. – Une mise en coffret robuste ESM s'avère indispensable.

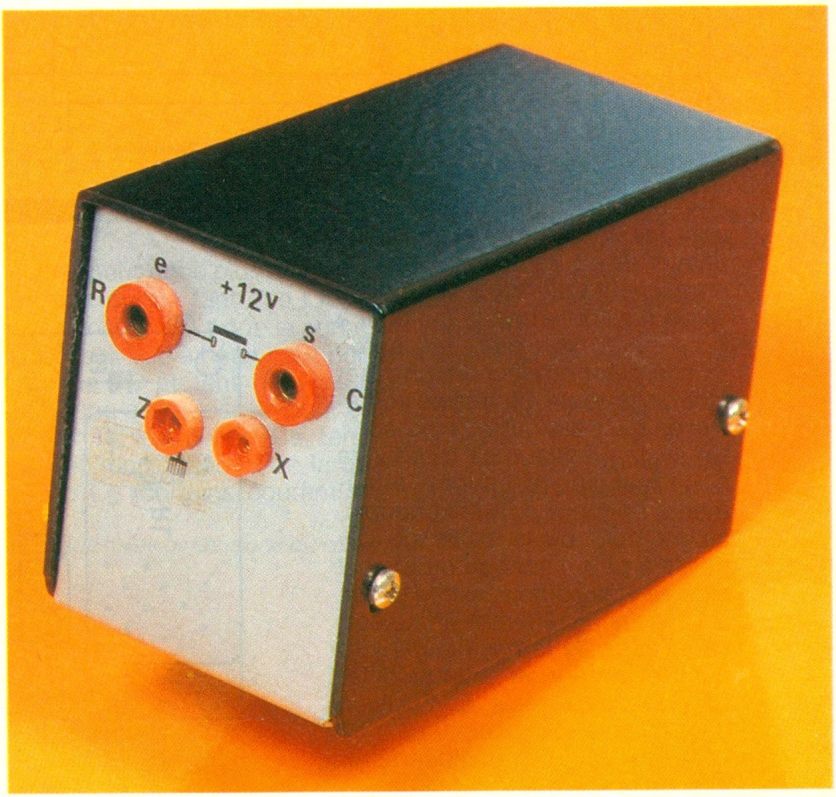


ANTIVOL : SIMULATEUR DE PANNES

Les alarmes signalant l'effraction des véhicules automobiles sont utiles et se généralisent. Mais, dans certains cas, elles ne suffisent pas. L'étude proposée permet d'empêcher le vol du véhicule, même si l'alarme ne démarre pas ou est neutralisée, et c'est l'essentiel demandé à une protection.

PRESENTATION

Le but est de décourager l'éventuel voleur en faisant croire que la voiture présente une panne. Le montage doit donc donner l'illusion d'un problème sur l'allumage, c'est-à-dire que le moteur va bien démarrer, mais qu'il s'arrête quelques secondes après, cela jusqu'à huit fois. A partir du neuvième essai de démarrage, plus rien ne se passe, le moteur ne démarre même plus. C'est l'arrêt total et pour longtemps.
A noter que les temporisations pendant lesquelles le moteur va tourner sont fixées pour les cinq premiers démarrages ; pour les trois autres, elles sont aléatoires, ce qui ne peut que renforcer l'effet de panne...



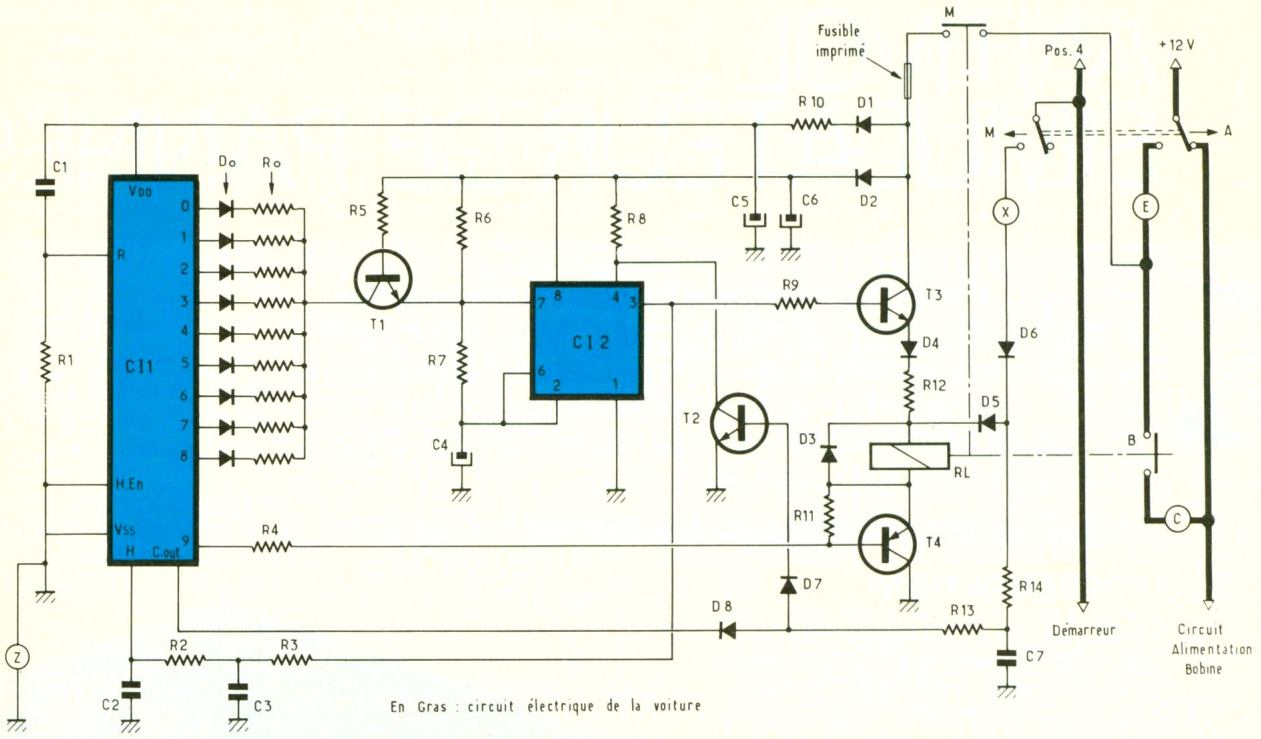
PRINCIPE

Le schéma de la **figure 1** montre le principe.
Lorsque l'interrupteur I_1 est basculé en position « marche », on coupe le circuit d'allumage et on l'oblige à passer par un contact de relais. Dès lors, c'est ce relais (R_2) qui permettra ou pas la mise en route du moteur de la voiture.
Comme l'entrée E du montage arrive sur deux contacts ouverts du relais et que l'entrée X n'est alimentée que lorsque le démarreur de la voiture est lancé par la position fugitive du Nieman, on voit que le montage ne consomme aucun courant au repos.
Chaque fois que le démarreur est lancé, l'entrée horloge d'un compteur décimal est excitée, ses dix sorties passeront successivement à l'état haut, apportant à chaque fois une nouvelle temporisation, la sortie n° 10 devra, elle, interdire tout nouveau redémarrage.

FONCTIONNEMENT

Lorsque l'entrée X est excitée pour la première fois (portée à + 12 V), C_5 et C_6 ne sont pas chargés, toutes les sorties du CI_1 sont à « 0 », le relais RL peut donc coller, alimenté *via* D_5, D_6 et T_4 qui se sature puisqu'un courant de base peut circuler dans R_4. Les contacts B et M se ferment, B autorise l'alimentation du circuit d'allumage et M a un rôle d'automaintien qui alimente CI_1 et CI_2 *via* R_{14}, R_{13}, D_7 ; T_2 se trouve donc saturé et force la sortie du CI_2 à « 0 ».
Dès que le moteur est lancé et que l'entrée X se trouve désexcitée, T_2 se bloque, C_6 est encore chargé, la sortie de CI_2 passe à « 1 », T_3 se sature et le relais RL reste collé, le moteur continue à tourner. T_2 en se bloquant permet à C_4 de se charger *via* R_7 et $R_6//R_0$.
Dès que CI_2 se déclenche, sa sortie repasse à « 0 », T_3 se bloque, le relais n'est plus alimenté, B et M s'ouvrent, le moteur s'arrête, C_6 se décharge rapidement dans CI_2, T_1 se bloque. Le blocage de T_1 permet à C_5 de garder sa charge, puisqu'il n'alimente que CI_1 (C.MOS ne

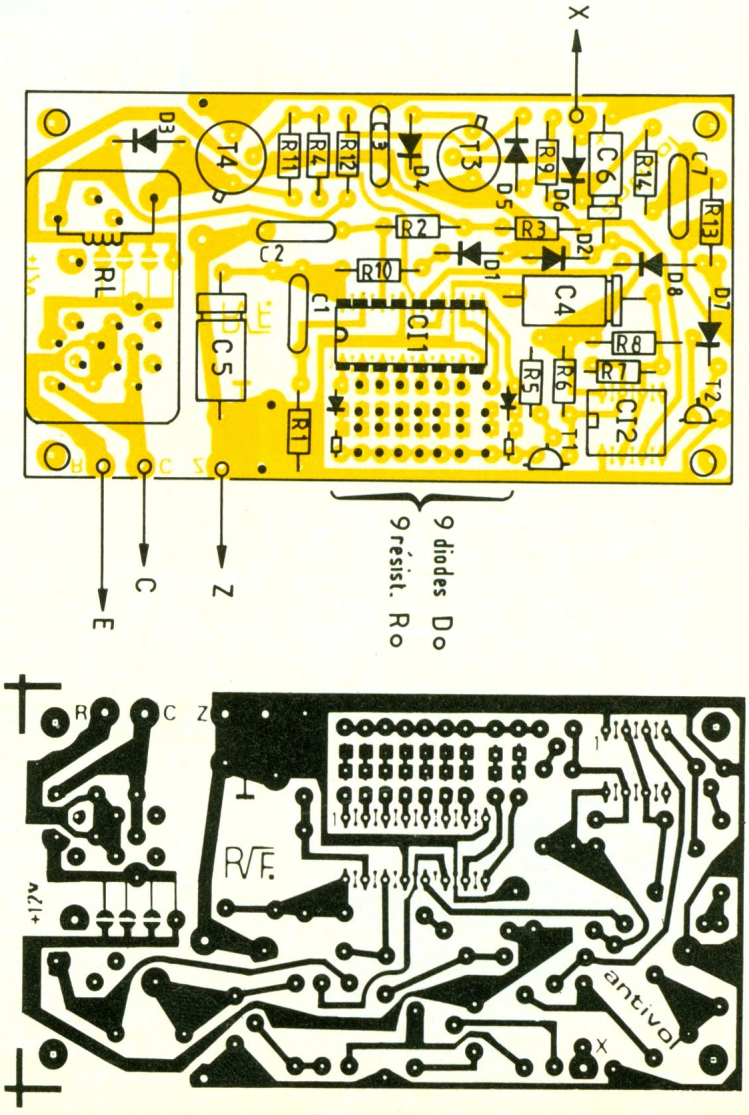
1 *Lorsque l'interrupteur I_1 est basculé en position « marche », on coupe le circuit d'allumage et on oblige à passer par un contact de relais.*



consommant quasiment rien), dont les sorties ne peuvent plus débiter de courant, les diodes D_0 empêchant tout retour de sortie à sortie. La sortie de CI_1 qui était à « 1 » garde son état ; C_1 garde sa charge et empêchera un reset lors de la toute prochaine tentative de mise en route du moteur.

Un cycle identique se reproduira pour les cinq premiers lancements de moteur. A chaque fois, au moment où la sortie de CI_2 passe à «1 », l'horloge du CI_1 est excitée et la sortie suivante passe à 1 ; si les R_0 diffèrent d'une sortie à l'autre, le temps pendant lequel le moteur va tourner différera à chaque fois et l'illusion d'une panne sera accentuée.

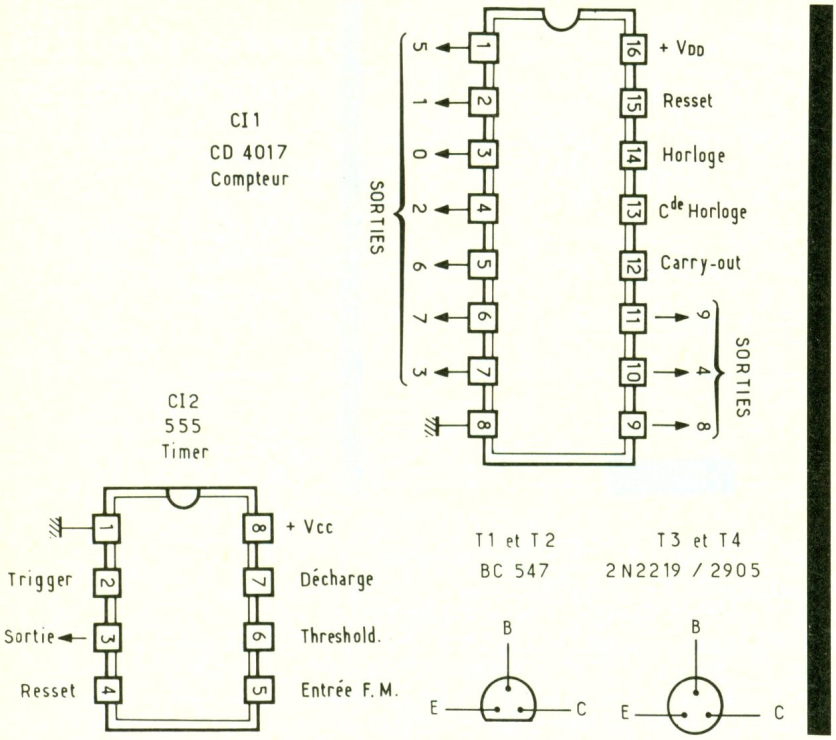
Lors du cinquième lancement, lorsque la sortie du CI_2 fait passer la sortie 5 du CI_1 à « 1 », la sortie « carry out » passe à « 0 » et y restera pendant les prochains lancements (voir fonctionnement du CI_1 **figure 6**). Cette sortie à « 0 » empêche T_2 de se saturer *via* D_8. Donc pour les temporisations sur les sorties 6, 7 et 8 de CI_1, C_4 se chargera dès que l'entrée X sera alimentée et le moteur tournera durant le temps de la temporisation moins le temps de lancement. Il faudra donc prévoir sur ces trois positions des valeurs de R_0 telles que le moteur puisse un peu tourner après un temps de lancement de plusieurs secondes. Ce temps reste à l'appréciation de chacun... et à la façon dont la voiture réagit. On voit



2 *Le tracé du circuit imprimé permet de placer tous les éléments sur une plaquette de faibles dimensions.*

3

Il est important de rappeler le brochage des divers composants.

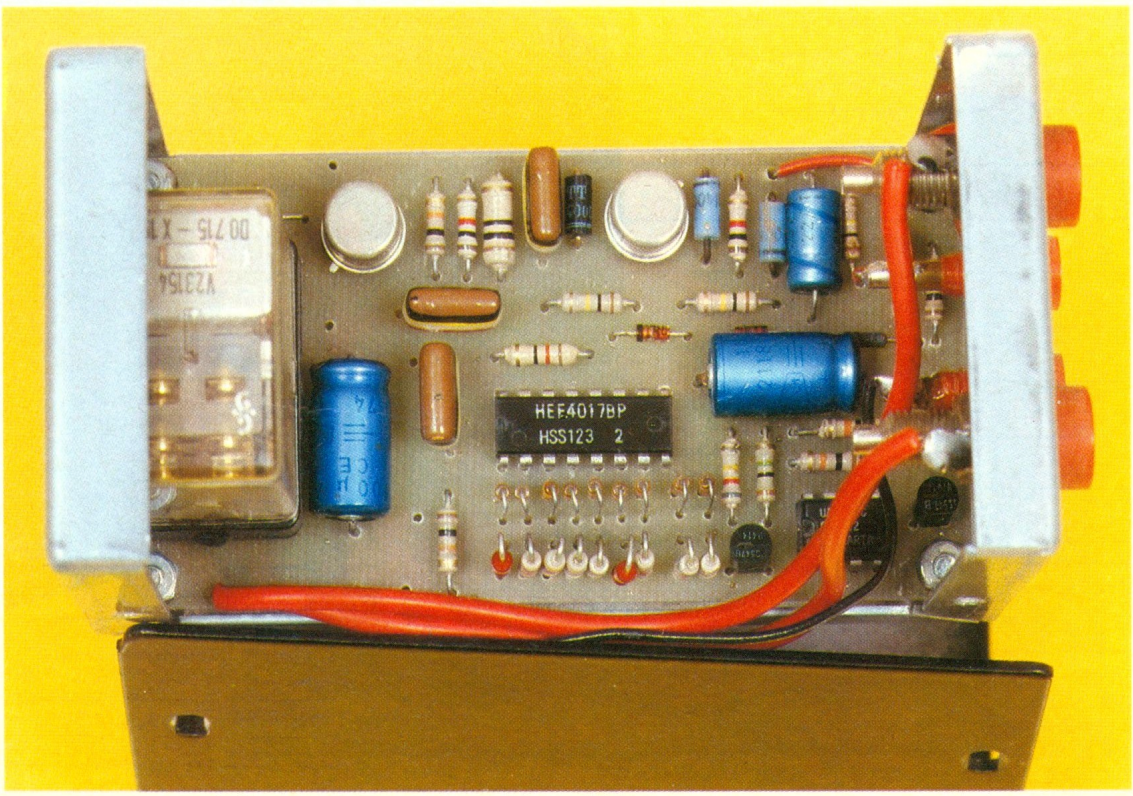


donc bien que sur ces trois positions la durée d'allumage du moteur est aléatoire.
Lorsque arrive le neuvième essai de lancement du moteur, c'est la sortie nº 9 du CI_1 qui va passer à « 1 », cela supprime le courant de base de T_4 (PNP) ; RL ne peut donc plus être alimenté, le moteur ne peut donc plus démarrer.
Cet état durera tant que C_5 sera assez chargé pour que la sortie 9 du CI_1 soit vue à l'état haut par la base de T_4 et tant que celui-ci sera donc assez bloqué pour empêcher RL de coller. Ce temps est très long, dépend de la qualité de C_5 (certains courants de fuite de condensateurs de récupération sont supérieurs au courant consommé par un circuit C.MOS). Si, à la fin de ce temps, on essaie à nouveau de lancer le moteur, c'est la sortie 0 du CI_1 qui déterminera la temporisation suivant sa R_0.
R_{14}-C_7 et R_2C_2, R_3C_3 sont des filtres anti-rebond pour éviter des problèmes dus aux variations brusque de la tension de la batterie durant l'alimentation du démarreur d'une voiture.

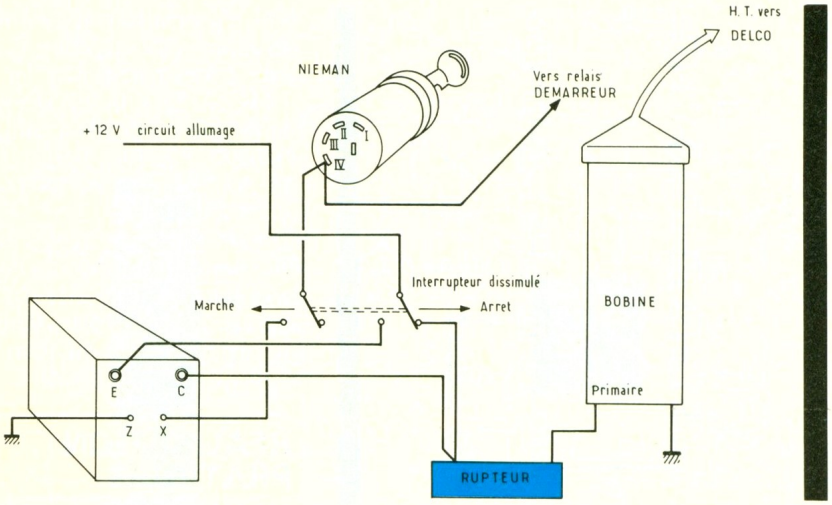
REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé ne pose pas de problème particulier, il sera ajusté à l'intérieur du boîtier et tenu par quatre vis de 3 mm à travers de petites entretoises. Les neuf diodes D_0 et les neuf résistances R_0 sont implantées verticalement. Il n'y a pas de réglage et le montage doit fonctionner immédiatement. Pour les temporisations, voici des valeurs relevées expérimentalement avec $C_4 = 100\ \mu F$,
$R_0 = 10\ k\Omega$, $R_0 = 33\ k\Omega$,
$R_0 = 56\ k\Omega$, $R_0 = 100\ k\Omega$,
$R_0 = 150\ k\Omega$, $R_0 = 220\ k\Omega$,
$R_0 = \infty$, T = 3,7 s, T = 7 s,
T = 10 s, T = 15,5 s, T = 20 s,
T = 26 s, T = 1 mn 15 s.
Le relais est fixé sur son support pour circuit imprimé.

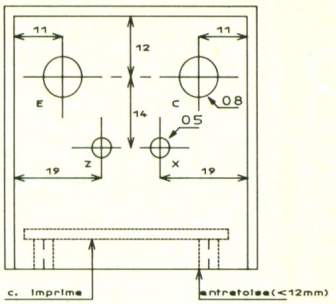
Photo 2. – Comme d'usage, le module épouse les dimensions du coffret.

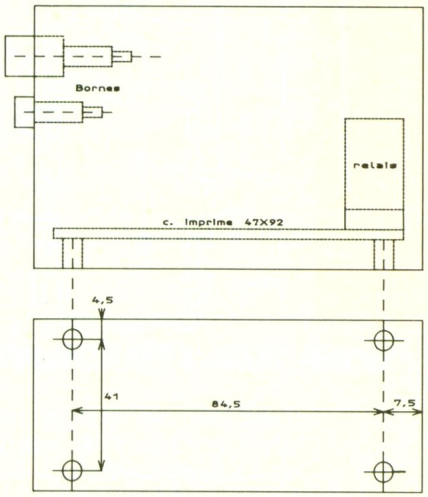


4 *Le branchement sur la voiture réclamera une attention particulière au niveau du « Nieman ».*



5 *Plan de perçage du coffret Teko et installation du circuit à l'intérieur.*





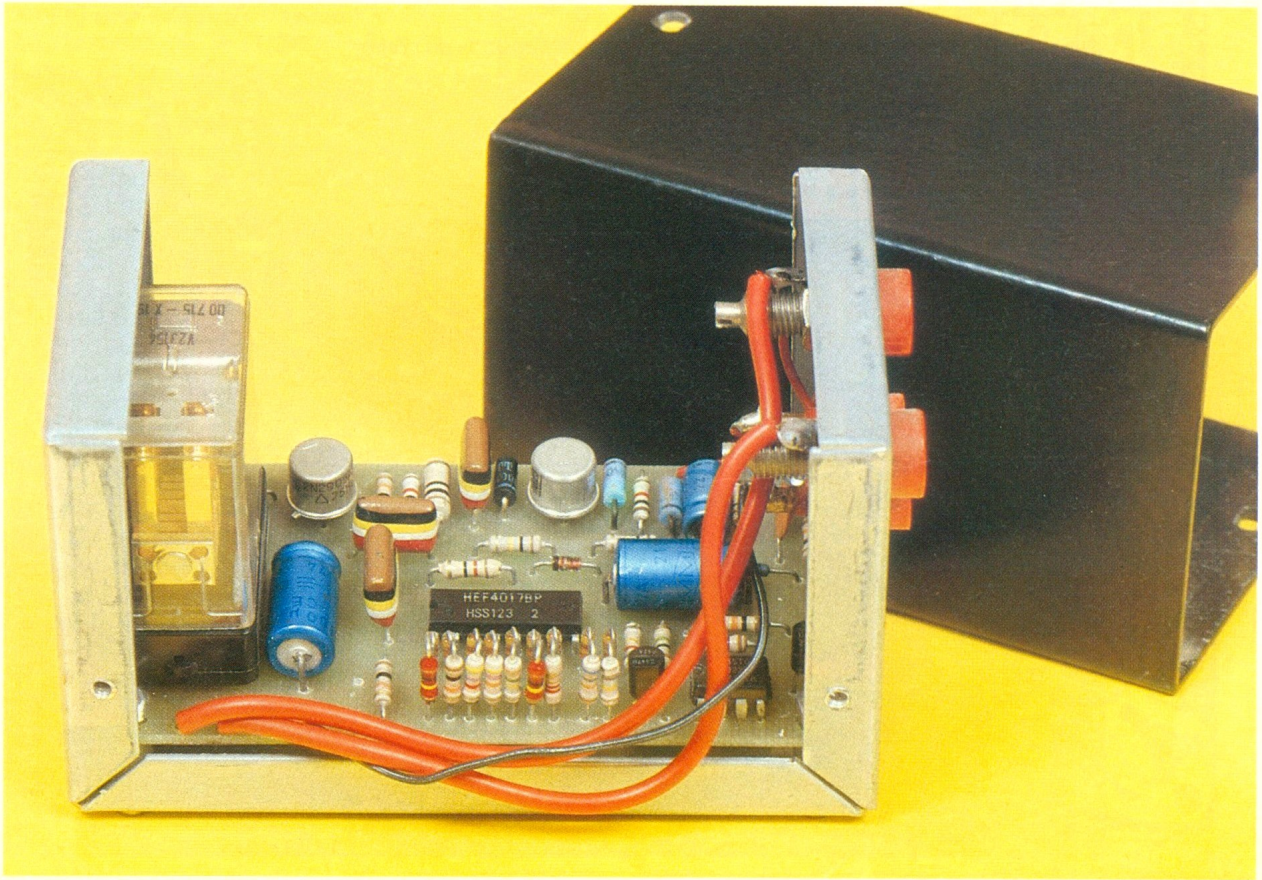
On remarquera sur le circuit imprimé **figure 2** que le contact B de RL est constitué par trois contacts en parallèle. Le fusible est imprimé avec trois rechanges si une panne ou un faux branchement fait que l'un des fusibles se coupe ; mettre une goutte de soudure pour en établir un nouveau dans une des « pastilles » fendues.

Pour le branchement sur la voiture, l'entrée X peut être reliée sur la cosse IV du Nieman. Bien repérer le circuit primaire de la bobine, ne pas se tromper de fil au moment de couper pour insérer l'interrupteur ; celui-ci sera bien camouflé. Le raccordement au boîtier se fait par deux fiches bananes mâles ø 5 mm pour les entrées E et C et mâles ø 3 mm pour les entrées X et Z. Cacher le boîtier **(fig. 4)**.

Enfin, pour savoir si oui ou non, une fois tout bien monté, cela ressemble bien à une panne, faites faire un essai par votre garagiste sans lui dire votre installation...

F. RIVÈRE

Photo 3. – Ce système de coffret présente une excellente accessibilité.



LISTE DES COMPOSANTS

Résistances (1/4 W)

R_0 : voir texte
R_1 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_2, R_3, R_{14} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_7, R_8, R_{11}, R_{13} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{10}, R_{12} : 10 Ω (marron, noir, noir)
R_4, R_9 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_5 : 820 kΩ (gris, rouge, jaune)
R_6 : 1 MΩ (marron, noir, vert)

Condensateurs

C_1 : 0,1 µF
C_2, C_3 : 0,1 µF
C_4, C_5 : 100 µF, 16 ou 25 V
C_6 : 22 µF, 16 ou 25 V
C_7 : 10 nF

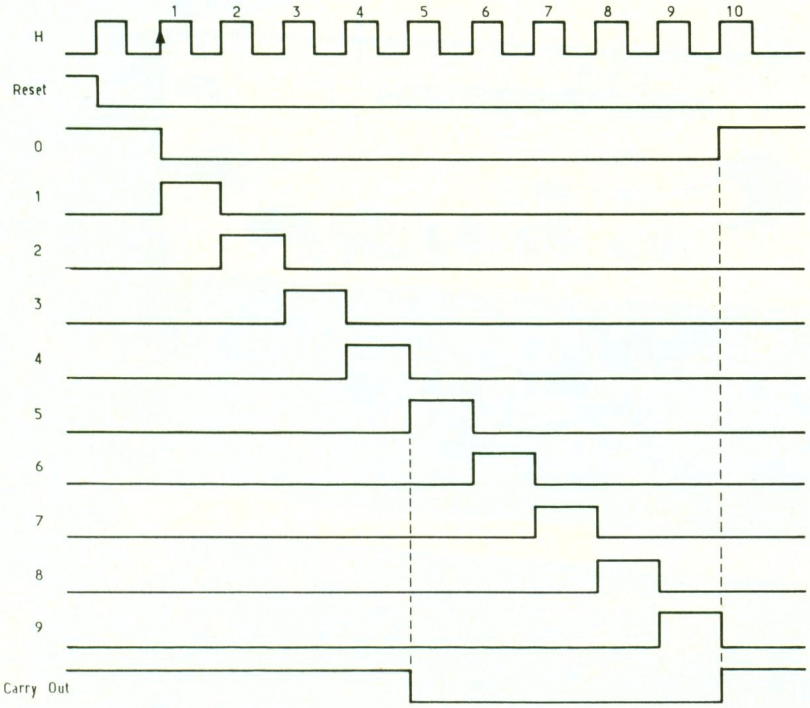
Semi-conducteurs

CI_1 : CD 4017
CI_2 : 555
T_1, T_2 : BC 547 B ou équivalent
T_3 : 2N2219 ou équivalent
T_4 : 2N2905
D_0 : 9 diodes 1N4148
D_1, D_2, D_3, D_7, D_8 : 1N4148
D_4, D_5, D_6 : 1N4004 ou 4006

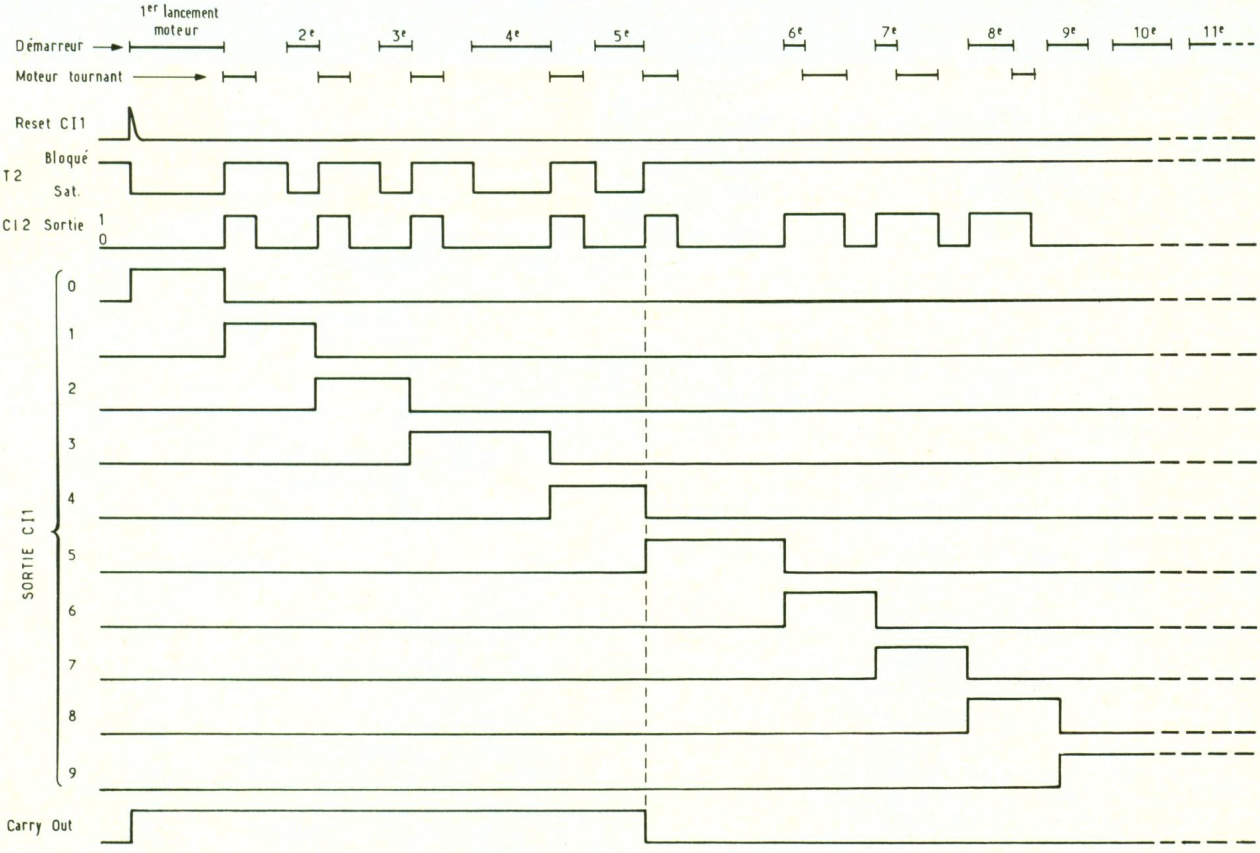
Divers

RL : relais Siemens type D0715 (K4 12 V) avec son support pour C-imprimé (4 inverseurs)
Boîtier Teko 331 (100 × 63 × 53)
2 bornes bananes femelles ⊆ 5 mm pour les entrées E et C
2 bornes bananes femelles ⌀ 5 mm pour les entrées E et C
2 bornes bananes femelles ⌀ 3 mm pour les entrées Z et X

6 Diagramme des temps du compteur 4017.



7 Diagramme résumé de fonctionnement.



On suppose que les sorties 0 à 5 ont une R_0 telle que la temporisation est de 5 secondes et les sorties 6 à 8 une R_0 telle que la temporisation est de 10 secondes. Il est bien visible pour les cinq premiers lancements : T_2 est saturé durant le lancement, le moteur tourne durant la temporisation voulue. Pour les trois lancements suivants, T_2 ne se sature plus, le moteur tourne durant la temporisation moins le temps de lancement. La première temporisation dépend de la R_0 de la sortie nº 1 du CI_1, la deuxième de la R_0 de la sortie nº 2 du CI_1, etc. Lorsque la sortie nº 9 passe à 1, tout se bloque. Les sorties 1 à 5 passent à « 1 » et démarrent la temporisation lorsque T_2 se bloque en fin de lancement, les sorties 6 à 8 dès le début du lancement moteur.

LE FLUKE 87

Vous arrive-t-il, fréquemment, de rencontrer un multimètre qui génère un signal sonore lors d'une mesure, lorsque vous ne branchez pas correctement les cordons ? Alors lisez ce banc d'essai, et vous découvrirez ainsi les autres caractéristiques de ce prodigieux appareil qu'est le Fluke 87.

La nouvelle série 80 de Fluke regroupe des multimètres de poche analogiques/numériques très performants. Issu de cette famille, le **87** allie fiabilité, puissance et précision.

LE DESIGN

L'appareil conçu tel quel aborde une esthétique harmonieuse, avec des formes arrondies, un gris anthracite faisant ressortir la sérigraphie, un clavier à touches molles et un rotacteur à 8 positions, permettant une manipulation aisée. Le boîtier, rendu **étanche** aux projections de liquides ainsi qu'aux poussières, s'enveloppe dans une **protection mécanique** couleur jaune vif, garantissant l'appareil contre les chocs.
Cet étui à fixation rapide est équipé d'une **béquille flexible** très pratique, s'accommodant de beaucoup de situations, comme en témoignent les dessins de la **figure 1.**
Ajoutons à ceci que le multimètre recèle également une **protection contre les rayonnements magnétiques** grâce à un blindage.

L'AUTOTEST

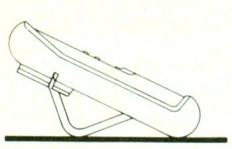
A chacune des mises sous tension ou à chaque lente rotation du commutateur central, le Fluke 87 effectue un autotest consistant à allumer la totalité des symboles disponibles à l'affichage.

L'AFFICHAGE

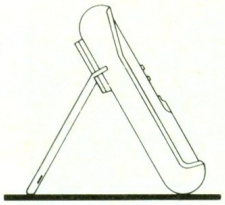
Le multimètre dispose de deux modes :
• **L'analogique** : comprenant **32 segments** et **rafraîchi 40 fois par seconde.** Il n'est pas actif en modes capacimètre, fréquencemètre, en mesure de rapport cyclique, ni en mode MIN/MAX de crête (où il serait tout à fait inutile d'ailleurs).
Le curseur de l'affichage analogique, sur l'échelle, représente les

1

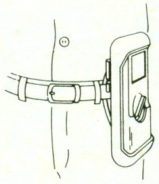
Divers modes d'utilisation de l'appareil.



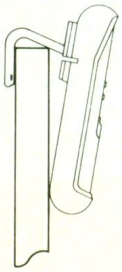
Support flexible plié



Support flexible allongé

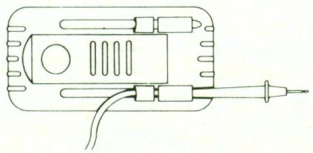


Support replié sur la ceinture



Support replié au-dessus d'une porte

Multimètre face avant protégée



Pointes de touches rangées

trois derniers chiffres de l'affichage numérique. Ainsi, pour une mesure de 800, le curseur se positionnera sur 8.

Ce type d'affichage permet de suivre de rapides variations de mesure que le numérique est incapable de réaliser.

• **Le numérique** : commuté en **4 000 points** à la mise sous tension de l'appareil. L'affichage se rafraîchit alors **4 fois par seconde** (excepté en fréquencemètre ⇒ 3 fois par seconde). Cependant, grâce à un convertisseur très performant, il devient possible de le configurer en 4,5 digits, soit en **20 000 points.** L'affichage se rafraîchit alors **une fois par seconde.** Toutefois, la résolution devient sensiblement plus élevée.

L'ECLAIRAGE

Le multimètre dispose d'un éclairage latéral fait de quatre points lumineux, permettant une lecture aisée des mesures, dans les coins les plus sombres. Pour des raisons d'économie de pile, une extinction automatique se produit au bout de **68 secondes.**

L'EXTINCTION AUTOMATIQUE DE L'APPAREIL

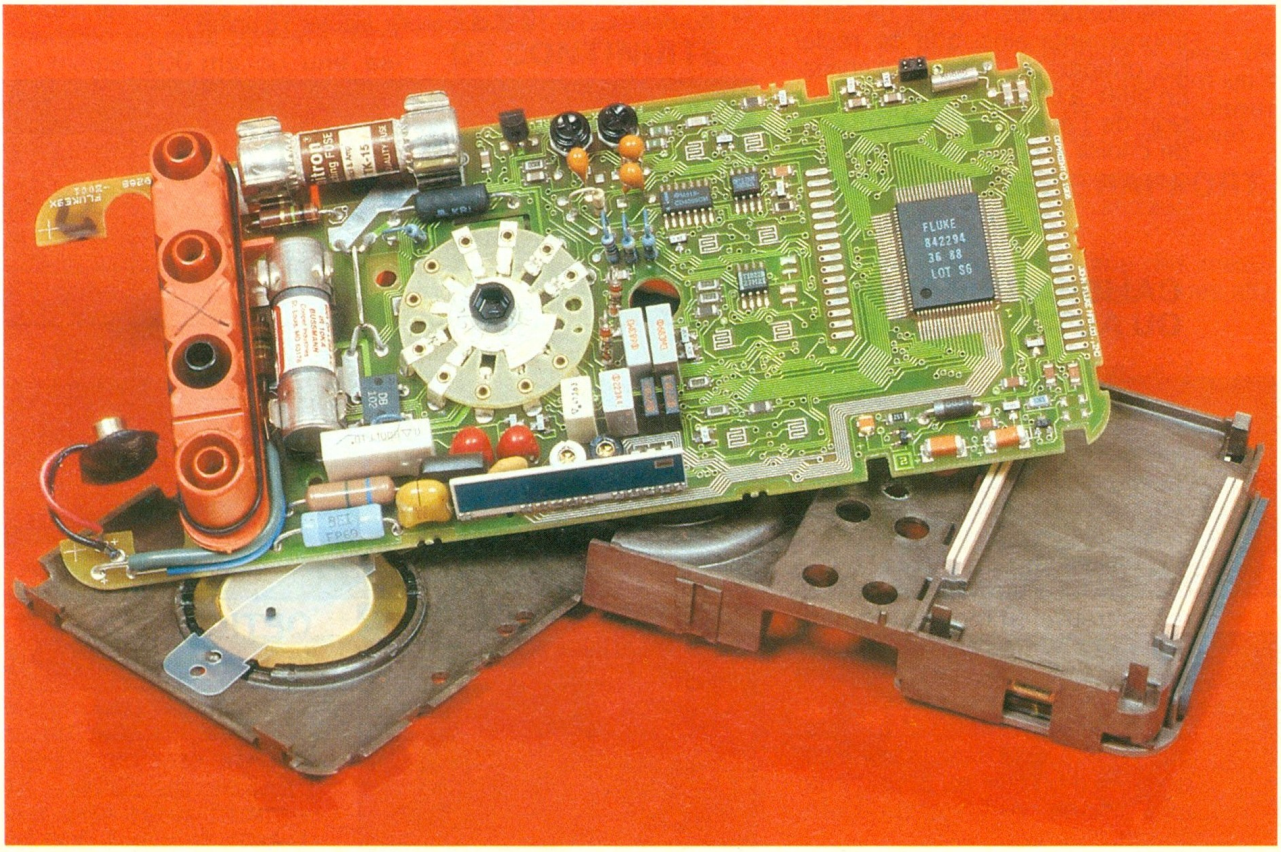
La mise hors tension automatique permet également de prolonger la durée de vie de la pile. Elle intervient au bout d'**une trentaine de minutes** si ni le rotacteur ni le clavier n'ont été manipulés.

LA TOUCHE HOLD

Elle permet de garder son attention sur la mesure en cours, si celle-ci se réalise dans des conditions difficiles ou dangereuses (absence de lumière...), puis de lire l'affichage au moment opportun.

Lors de l'appui sur cette touche, la valeur de la dernière mesure effectuée est mémorisée. Si une nouvelle valeur stable est détectée, celle-ci est immédiatement

Photo 2. – On ne peut reconnaître qu'une très sérieuse fabrication.



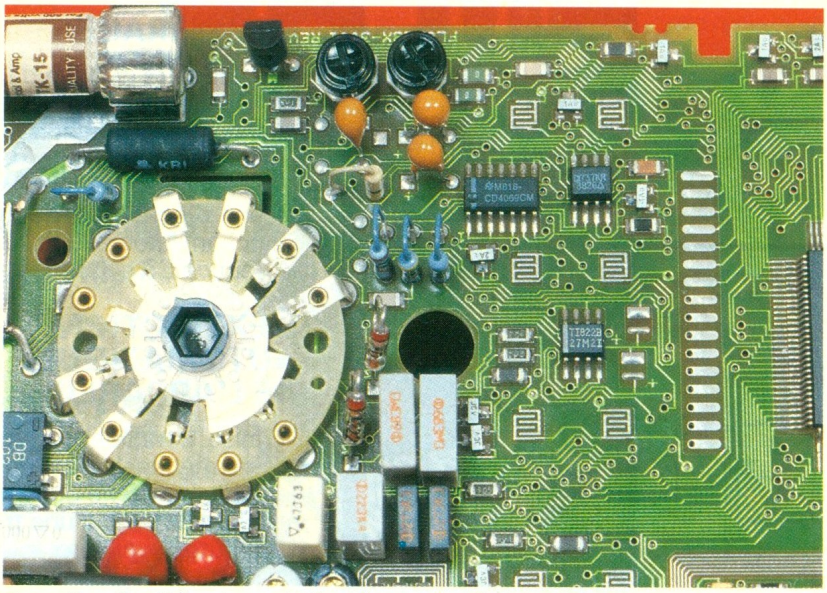


Photo 3. – Qualité et haute intégration autour du commutateur.

FONCTION INPUT ALERT

Le Fluke 87 génère un **signal sonore d'alerte** dans le cas où les cordons de mesure ne seraient pas correctement branchés par rapport à la mesure sélectionnée. On réduit ainsi les risques de détérioration, voire même de destruction de l'appareil : imaginons que vous régliez le rotacteur sur un calibre voltmètre et que vous connectiez les cordons sur les bornes ampèremètre. Que se passerait-il en temps normal ?

prise en compte, tandis qu'un signal sonore retentit, annonçant la capture. Il s'agit donc d'**une véritable touche HOLD.**

SELECTION DES CALIBRES ET DES FONCTIONS

Le multimètre utilise un clavier de 8 touches « molles » conjointement à un rotacteur de 8 positions. Cet ensemble permet de sélectionner les modes de fonctionnements ainsi que de régler les options de mise en service. En effet, à chaque mise sous tension de l'appareil, il est possible de choisir entre différentes configurations. Le **tableau 4** résume ces cas.

CALIBRAGE MANUEL OU AUTOMATIQUE

L'automatisation des gammes permet souvent de gagner du temps et facilite le travail sur site. Elle permet également d'éviter de faire de spectaculaires erreurs de précision par inadéquation du calibre.
A la mise sous tension, ou lors de manœuvres du rotacteur, l'appareil se trouve en **mode automatique.** Si l'on désire passer en mode manuel, il est possible de le faire facilement. Cette configuration devient intéressante lorsque l'on travaille dans la limite supérieure d'un calibre, pour garder une bonne stabilité de l'affichage.

Tableau
1

Fonction	Calibre	Résolution	Précision*		
			50 Hz-60 Hz	45 Hz-5 kHz	5 kHz-20 kHz **
V	400 mV	0,1 mV	± (0,7 % + 4)	± (1,0 % + 4)	= (2,0 % + 4)
	4 V	0,001 V	± (0,7 % + 2)	± (1,0 % + 4)	= (2,0 % + 4)
	40 V	0,01 V	± (0,7 % + 2)	± (1,0 % + 4)	= (2,0 % + 4)
	400 V	0,1 V	± (0,7 % + 2)	± (1,0 % + 4)	= (2,0 % + 4)
	1 000 V	1 V	± (0,7 % + 2)	± (1,0 % + 4)**	non spécifiée

* La précision est donnée pour +/– ([% de la lecture] + [nombre de digits]). En mode 4,5 digits, multiplier ce nombre de digits par 10. Les valeurs affichées sont des valeurs efficaces, étalonnées sur un signal sinusoïdal et valides de 5 à 100 % de la gamme. Le facteur de crête peut atteindre 3 pour le plein calibre, 6 pour la moitié du calibre.
** Au-dessous de 10 % du calibre, ajouter 16 unités.

Fonction	Calibre	Résolution	Précision
V	4 000 V	0,001 V	± (0,1 % + 1)
	40 V	0,01 V	± (0,1 % + 1)
	400 V	0,1 V	± (0,1 % + 1)
	1 000 V	1 V	± (0,1 % + 1)
mV	400 mV	0,1 V	± (0,1 % + 1)
Ω	400 Ω	0,1 Ω	± (0,2 % + 1)
	4 kΩ	0,001 kΩ	± (0,2 % + 1)
	40 kΩ	0,01 kΩ	± (0,2 % + 1)
	400 kΩ	0,1 kΩ	± (0,2 % + 1)
	4 MΩ	0,001 MΩ	± (0,2 % + 1)
	40 MΩ	0,01 MΩ	± (1 % + 3)
(ns)	40 ns	0,01 ns	± (1 % + 10)

Calibre	Déclenchement si
400 Ω	< 20 Ω
4 kΩ	< 100 Ω
40 kΩ	< 1 kΩ
400 kΩ	< 10 kΩ
4 MΩ	< 100 kΩ
40 MΩ	< 100 kΩ

OPTION HAUTE IMPEDANCE

Afin de ne pas perturber le circuit sur lequel on effectue une mesure de tension, l'impédance d'entrée du calibre 400 mV continus peut être porté de 10 MΩ à plus de **4 000 MΩ.**

Tableau 2

Sensibilité du fréquencemètre et niveau de déclenchement			
Calibre d'entrée	Sensibilité minimale (sinusoïdal, efficace)		Niveau de déclenchement approximatif (en tension continue)
Entrée maximale pour la précision donnée = 10 X calibre ou 1 000 V	5 Hz-20 kHz	0,5 Hz-200 kHz	
400 mV dc 400 mV ac 4 V 40 V 400 V 1 000 V	70 mV (à 400 Hz) 30 mV 0,3 V 3 V 30 V 300 V	70 mV (à 400 Hz) 150 mV 0,7 V 7 V 70 V (≤ 140 kHz) 700 V (≤ 14 kHz)	40 mV – 1,7 V 4 V 40 V 400 V
Rapport cyclique 0.0 to 99,9 % **Précision :** * à ± (0,05 % par kHz + 0,1 %) du calibre pour un signal d'entrée logique 5 V dans la gamme de mesure 4 V. * à ± ([0,06 % × gamme de tension/tension mesurée] × 100 %) du calibre pour un signal sinusoïdal sur une gamme de tension alternative.			

ENREGISTREMENT DES VALEURS MINIMUM-MAXIMUM ET MOYENNES

Ce mode permet de stocker en mémoire pendant une période allant de quelques secondes à plus de 35 heures, simultanément, la plus faible, la plus forte et la **moyenne vraie** (intégrale mathématique du signal d'entrée) de toutes les valeurs mesurées, à condition qu'elles puissent durer au moins **100 ms** ou **une seconde,** suivant le calibre. Il existe également un **mode crête – une milliseconde –** permettant d'enregistrer les minimales et les maximales.

A noter que lorsqu'une nouvelle valeur s'enregistre, l'avertisseur émet un signal sonore.

FONCTION TEST-DIODE

Cette fonction permet de mesurer la chute de tension d'une jonction de semi-conducteur traversée par une intensité d'environ un milliampère. La tension aux bornes des pointes de touche, en circuit ouvert, ne dépasse pas 3,9 V continus.

TEST DE CONTINUITE

Cette fonction permet de vérifier la continuité électrique d'un circuit à l'aide de l'affichage et d'une signalisation sonore. En effet, un avertisseur émet un bip si la résistance mesurée descend au-dessous d'une certaine valeur indiquée dans le **tableau 1**.

MESURE DE FREQUENCE

Que ce soit en mode manuel ou en mode automatique, l'appareil dispose de **5 calibres** : 200 Hz, 2 kHz, 20 kHz, 200 kHz, et un calibre supérieur à 200 kHz.
Le multimètre peut ainsi relever la fréquence sur des mesures de tension ou de courant. La sensibilité variera suivant le calibre sélectionné comme l'indique le **tableau 2**.
L'affichage indiquera le sens de la pente de déclenchement qu'il est possible de sélectionner (transition positive ou négative)

MESURE DE RAPPORT CYCLIQUE

Le Fluke 87 effectue des mesures de rapport cyclique et les affi-

Tableau 3

Fonction	Calibre	Résolution	Précision	Tension de déchet
µA (45 Hz to 2 kHz) µA	400 µA 4 000 µA 400 µA 4 000 µA	0,1 µA 1 µA 0,1 µA 1 µA	± (1,0 % + 2) ± (1,0 % + 2) ± (0,2 % + 2) ± (0,2 % + 2)	100 µV/µA 100 µV/µA 100 µV/µA 100 µV/µA

Fonction	Calibre	Résolution	Précision
Fréquencemètre (0,5 Hz to 200 kHz, largeur d'impulsion > 2 µs)	199,99 kHz 1 999,9 kHz 19,999 kHz 199,99 kHz > 200 kHz	0,01 Hz 0,1 Hz 0,001 kHz 0,01 kHz 0,1 kHz	± (0,005 % + 1) ± (0,005 % + 1) ± (0,005 % + 1) ± (0,005 % + 1)

Tableau 3

Calibre d'entrée	Sensibilité approximative (0,5 Hz-20 kHz)	Niveau approximatif de déclenchement	
		Courant A C	Courant D C
µA mA A	300 µA 30 mA 3 A	0 µA 0 mA 0 A	400 µA 40 mA 4 A

Fonction	Calibre	Résolution	Précision***
Capacimètre	5 nF 0,05 µF 0,5 µF 5 µF	0,01 nF 0,0001 µF 0,001 µF 0,01 µF	± (1 % + 35) † ± (1 % + 2) ± (1 % + 2) ± (1 % + 2)
Test-diode	3 V	0,001 V	± (2 % + 1)

Fonction	Calibre	Résolution	Précision	Tension de déchet
mA ~ A ~ (45 Hz to 2 kHz)	40 mA 400 mA 4 000 mA 10 A††	0,01 mA 0,1 mA 1 mA 0,01 A	± (1,0 % + 2) ± (1,0 % + 2) ± (1,0 % + 2)	1,5 mV/mA 1,5 mV/mA 0,03 V/A 0,03 V/A
mA A	40 mA 400 mA 4 000 mA 10 A††	0,01 mA 0,1 mA 1 mA 0,01 A	± (0,2 % + 2) ± (0,2 % + 2) ± (0,2 % + 2) ± (0,2 % + 2)	1,5 mV/mA 1,5 mV/mA 0,03 V/A 0,03 V/A

*** Avec condensateur film ou autre meilleur.
† ± (1 % + 2 digits) si le mode relatif annule la capacité parasite.
†† 10 A continuellement, 20 A pendant 30 secondes maximum.

che en pourcentage (de 0 à 99,9 %). L'appareil peut également déclencher sur front montant ou sur front descendant, comme en mode fréquencemètre. La fonction dont il est question ici, par l'intermédiaire d'un calcul, permet de mesurer l'angle de « calage » d'une voiture.

MODE RELATIF

Cette fonction permet de mettre en mémoire une mesure et d'afficher à l'écran la différence entre la valeur mesurée et la valeur mémorisée.
Exemple : ayant U mémorisée = 20 V et U mesurée = 23 V, l'afficheur indiquera 3 V.
En capacimètre, ce mode devient intéressant pour supprimer la capacité parasite, ou en ohmmètre afin de ne pas tenir compte de la résistance des cordons. On pourra également l'utiliser en électronique pour apparier des composants, en se fixant une tolérance.

LES CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

(Voir tableaux).

CONCLUSIONS

Eu égard au sérieux et à la qualité redoutables que le constructeur américain a su investir dans son dernier modèle, celui-ci devrait remporter un vif succès mérité. Commercialisé à un peu plus de deux mille francs, ce multimètre supplante de loin ses homologues avec un tel rapport qualité-prix.
Possédant une protection de 1 000 V efficaces en voltmètre, ohmmètre, test-diode, une **protection complète de tous les calibres ampèremètre** ainsi que le système « INPUT ALERT », Fluke peut se permettre, sans crainte aucune, de garantir le Fluke 87 **trois ans,** pièces détachées et main-d'œuvre. Cet appareil, distribué en France par **Philips**, bénéficie d'une large gamme d'accessoires, étendant ses possibilités.

Christophe PICHON

Tableau 4

Option	Fonction
Mise hors tension automatique	Invalide la mise hors tension automatique
Mode 4-1/2 digits	Sélectionne l'affichage de 20 000 points
Vitesse d'enregistrement MIN/MAX	Sélectionne la vitesse d'enregistrement de haute précision (1 seconde)
Contrôle du sélecteur rotatif	A seule fin d'entretien
Sortie de données sonore	Assure la transmission des données en ultrasons. A seule fin de fabrication ou d'entretien
Invalidation de l'avertisseur sonore	Arrête toutes les fonctions de l'avertisseur
Haute impédance d'entrée sur le calibre 400 mV continus	Assure une impédance d'entrée supérieure à 4 000 MΩ

Photo 4. – Vue d'ensemble de l'appareil et de son étui antichoc.

UN BADGE OPTIQUE

La mode est aux badges et aux cartes de toutes sortes donnant accès aux services les plus divers. Alors, pourquoi ne pas entreprendre la réalisation de ce badge optique qui pourra servir de « sésame », contrôlant par exemple l'entrée de votre maison ou de toute autre porte d'accès ?

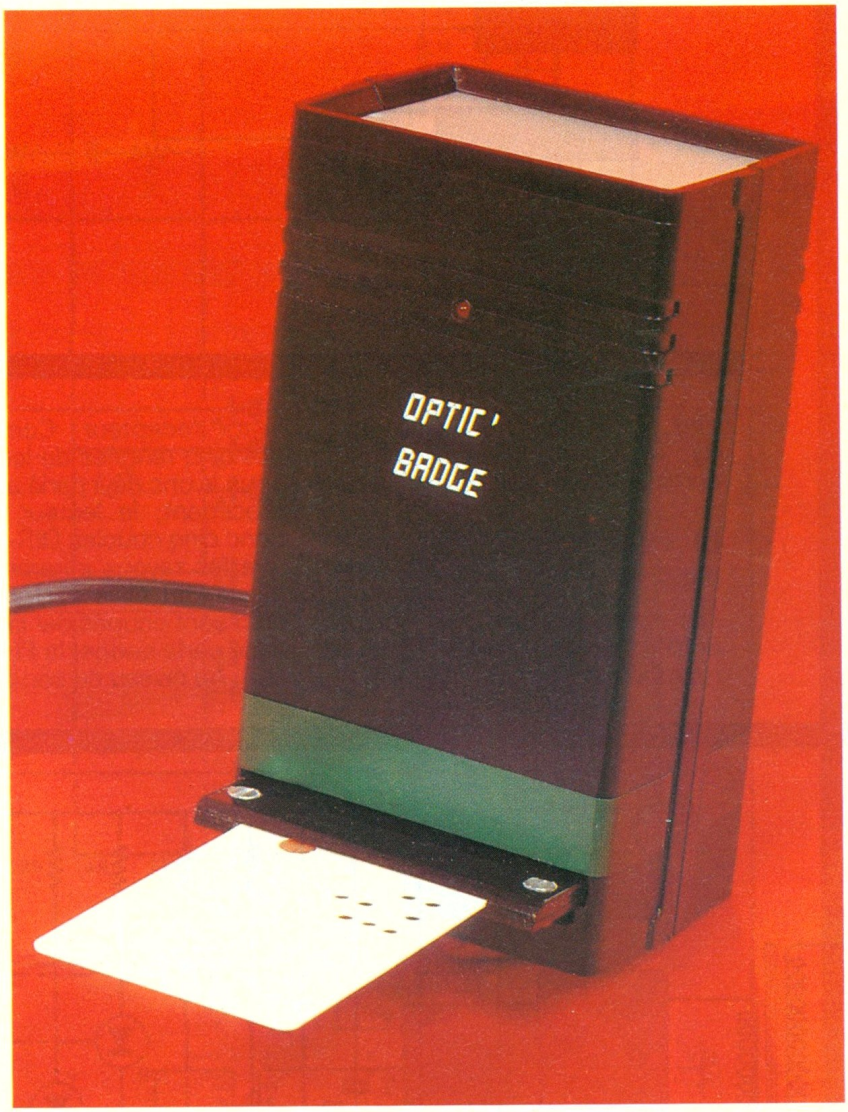
I – LE PRINCIPE

Le badge peut être une carte téléphonique récupérée dans laquelle, et suivant des règles bien définies, ont été percés des trous déterminant un certain code. Ce code est une suite de trois nombres de 1 à 16, ce qui donne $(16)^3 = 4\,096$ façons différentes de choisir son numéro secret. Le badge comporte ainsi cinq pistes de lecture :

– 4 pistes A, B, C et D servant de trame de base du codage ;
– 1 piste V de validation et de commande de la lecture d'un chiffre donné.

En introduisant la carte dans le lecteur, les trois chiffres sont lus par un dispositif optique approprié, l'un à la suite de l'autre, et sont respectivement comparés à ceux définis par une programmation interne préalable du montage. S'il y a cohérence entre les deux suites, un relais d'utilisation se ferme pendant quelques secondes. Ce relais peut, par exemple, avoir ses contacts « travail » insérés dans le circuit d'alimentation d'une gâche électrique.

La synoptique de la **figure 1** illustre le principe de fonctionnement de l'ensemble, que nous passerons en revue dans le chapitre suivant.

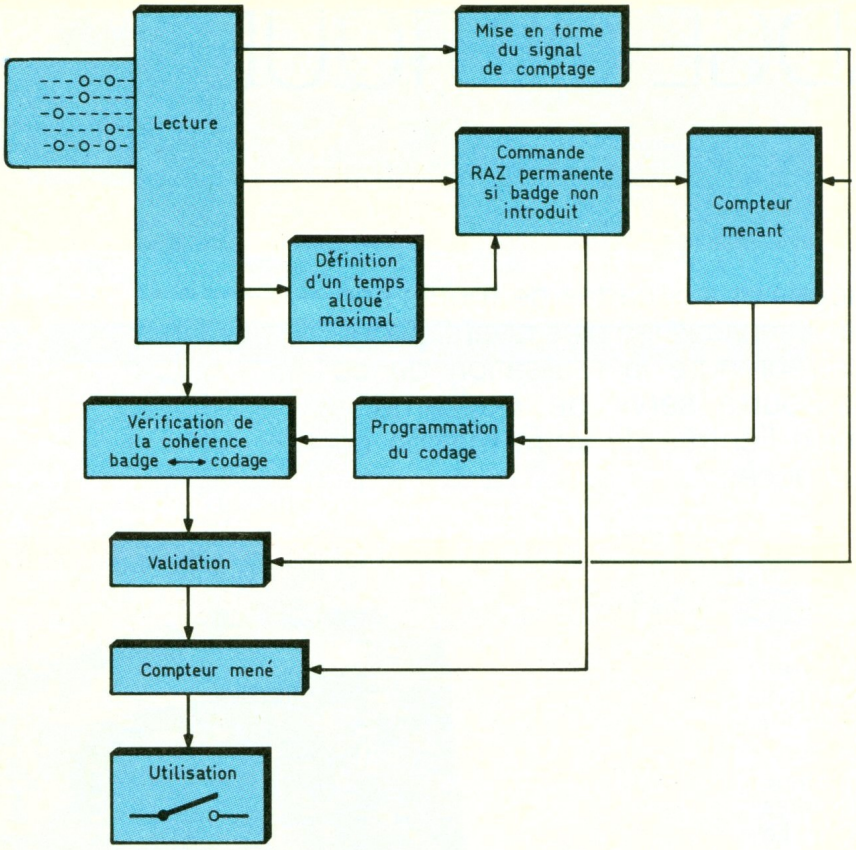


II – FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

a) Alimentation (fig. 2)

Le montage étant installé à poste fixe et de surcroît alimenté en permanence, l'énergie nécessaire sera prélevée du secteur 220 V. Un transformateur abaisse donc la tension primaire à une valeur secondaire de 12 V dont un pont de diodes effectue le redressement des deux alternances. La capacité C_1 assure un premier filtrage, et l'émetteur du transistor NPN T_1, dont la base est maintenue à un potentiel fixe grâce à la diode Zener DZ, délivre une tension continue de l'ordre de 8,5 V. La capacité C_2 fait office de second filtre et C_3 est davantage chargée d'éliminer du circuit les éventuelles fréquences parasites. La LED L, dont le cou-

1 *Synoptique : le badge peut être une carte téléphonique récupérée et percée suivant un code particulier.*



rant est limité par la résistance R_2, indique le fonctionnement correct de l'alimentation.

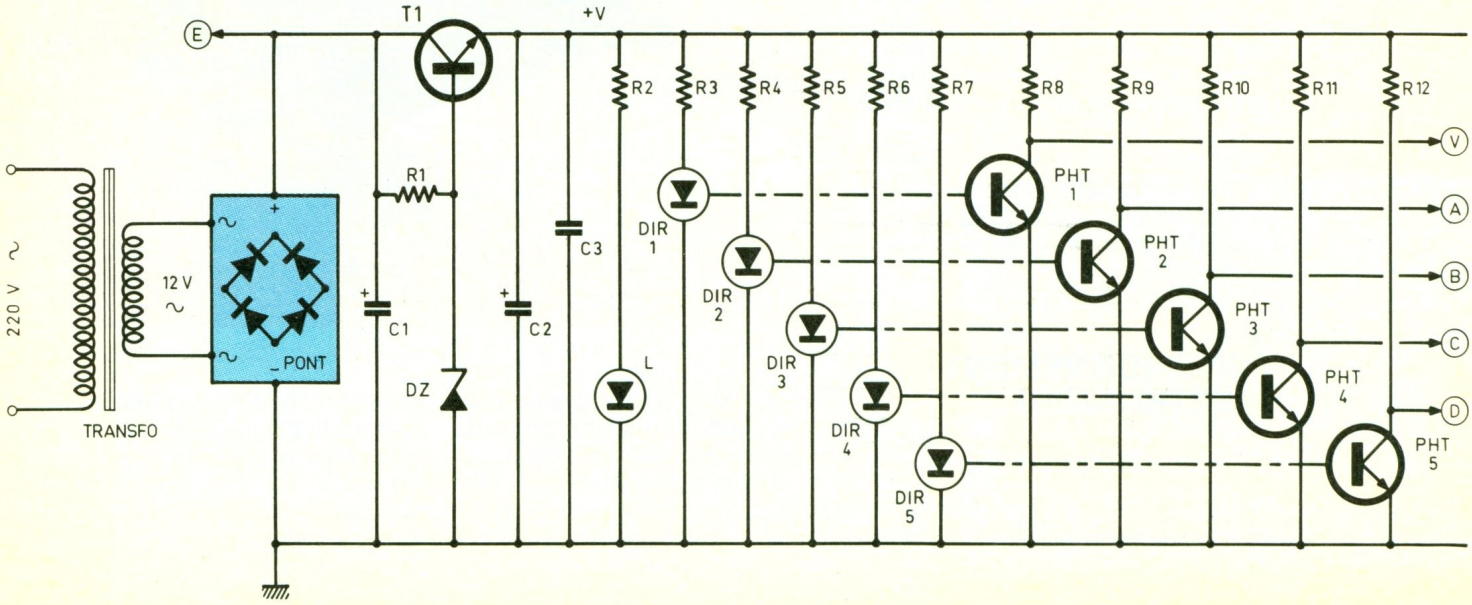
b) Lecture du badge
(fig. 2 et 3)

Les trous percés dans le badge défilent entre une diode infrarouge émettrice et un phototransistor récepteur. Compte tenu des cinq rangées de lecture dont nous avons déjà parlé au chapitre précédent, le lecteur comporte donc cinq couples DIR-PHT. Tant que les rayons infrarouges émis par la DIR et le PHT correspondant sont coupés par la présence de la carte badge, le PHT est bloqué. Au niveau de son collecteur, on enregiste donc un état haut. En revanche, lorsque l'espace DIR-PHT se trouve entièrement dégagé, le phototransistor se sature et on relève sur son collecteur un état bas. Les portes NOR I à IV de IC_1 et III de IC_2 inversent ces niveaux logiques, si bien que l'on peut énoncer la règle suivante :
– un « trou » se traduit par un état haut à la sortie de la porte NOR du signal correspondant ;
– un « plein » se caractérise par un état bas sur la sortie de la porte NOR.

c) Compteur menant
(fig. 3)

Examinons plus particulièrement les conséquences de la succession des trous relevés sur la piste de validation V. Notons que cette piste comportera toujours trois trous, indépendamment du codage retenu. Nous verrons en plus que le diamètre de ces trous est volontairement plus petit que celui qui caractérise les trous de codage : l'explication apparaîtra plus tard.

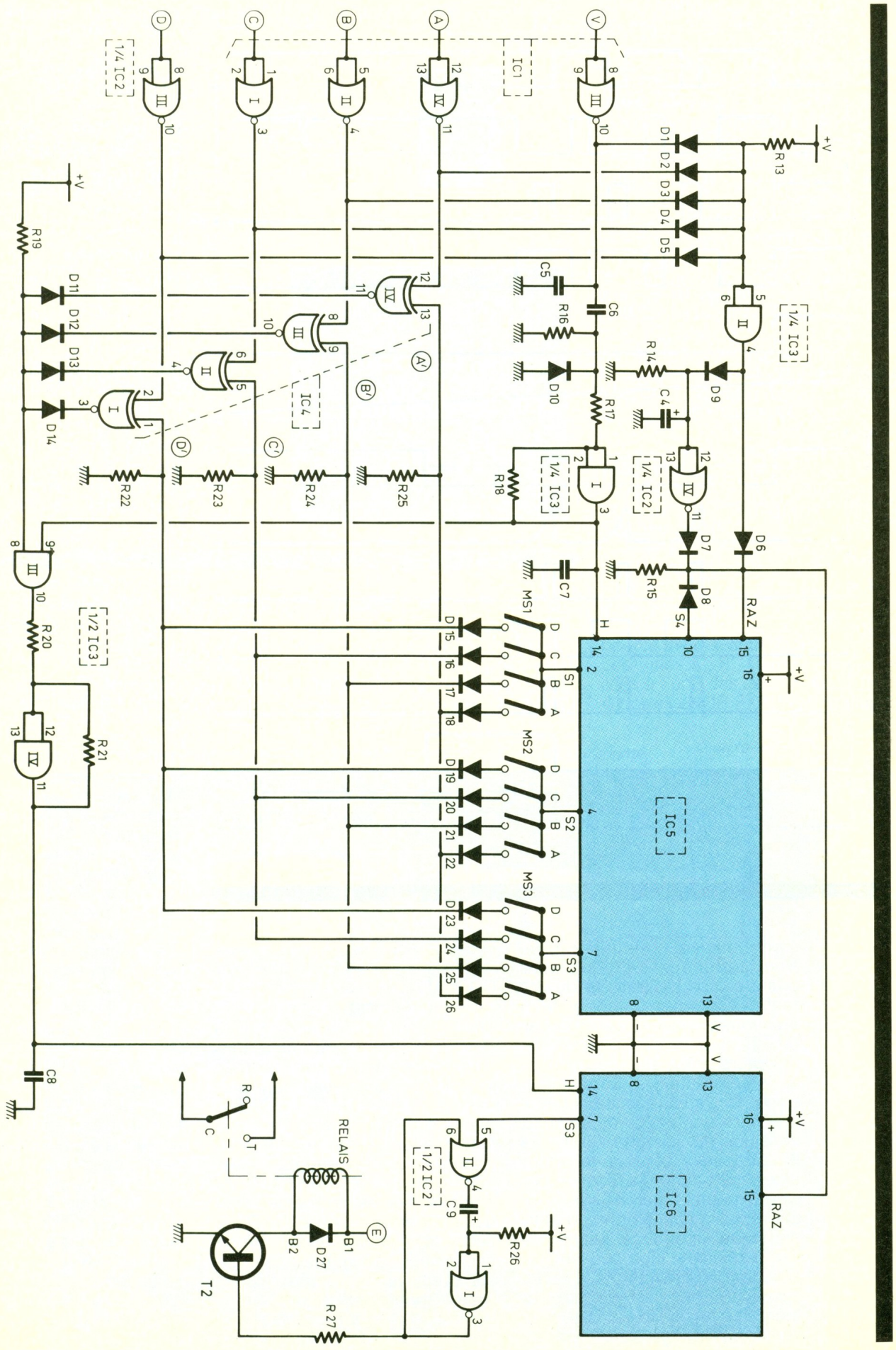
Donc, au moment où se présente un trou dans l'espace DIR-PHT, on relève un état haut sur la sortie de la porte NOR III de IC_1. Le front montant de ce signal est pris en compte par le montage dérivateur constitué par la capacité C_6, la résistance R_{16} et la diode D_{10}. En effet, C_6 se charge à ce moment à travers R_{16}, si bien que l'on constate sur la cathode de D_{10} une brève impul-



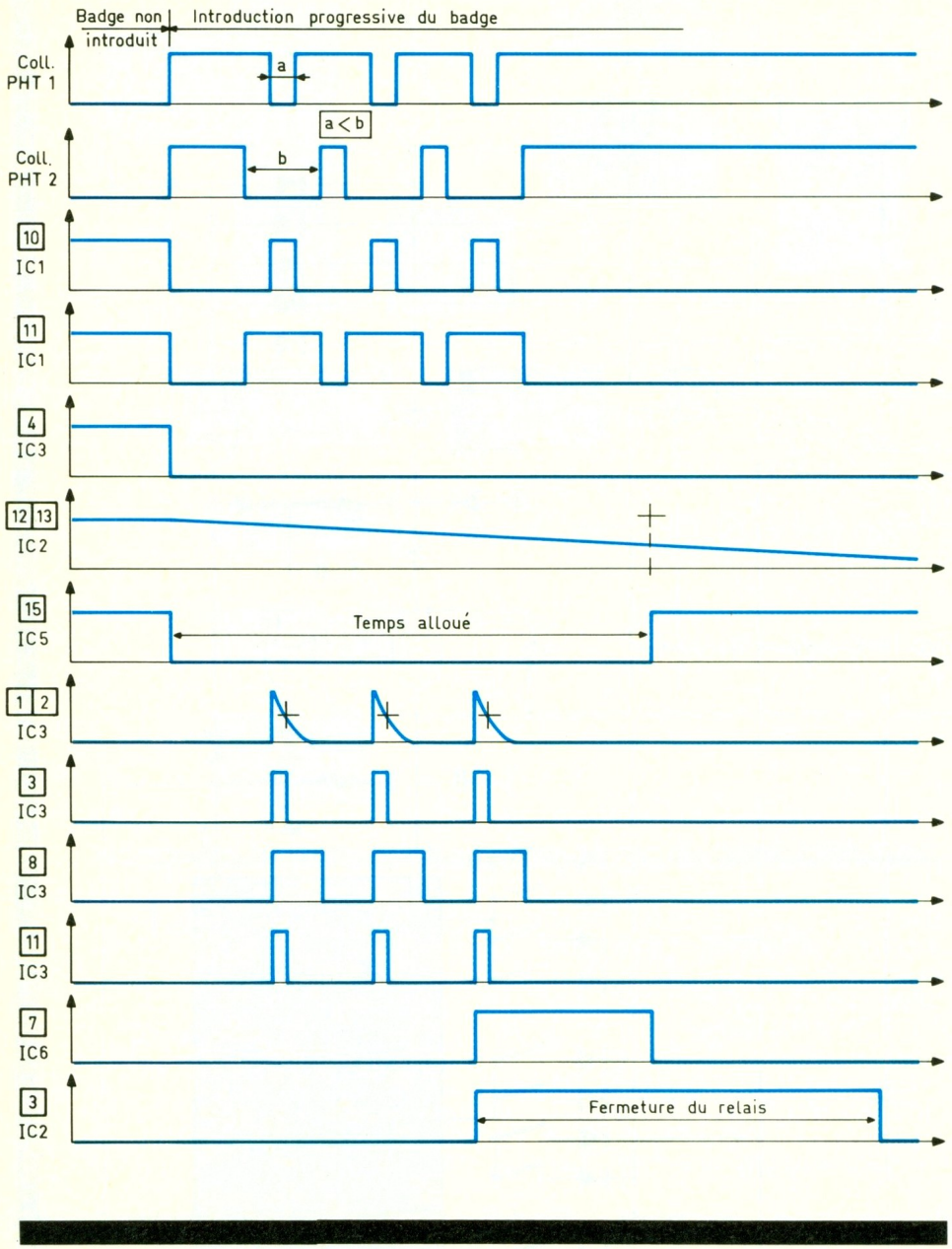
2 *Le schéma de principe de la section alimentation et lecture fait appel à des phototransistors.*

3

Validation de la lecture et vérification du codage. Utilisation de circuits compteurs 4017. De tels compteurs avancent pas à pas au rythme des fronts ascendants présentés sur l'entrée horloge.



4 *Oscillogrammes de fonctionnement : exemple du codage 0001 répété trois fois.*



sion positive constituée d'un front ascendant vertical, suivi d'une baisse progressive du potentiel. Lorsque la porte NOR présente à nouveau son état bas de repos, C_6 se décharge très rapidement grâce à la présence de D_{10}, qui shunte R_{16}. Cette impulsion positive est ensuite acheminée vers un trigger de Schmitt constitué par la porte AND I de IC_3. Rappelons qu'un tel montage, étant donné la réaction positive apportée par R_{18} au moment des changements d'état, provoque une accélération de ces derniers, si bien que l'impulsion positive délivrée par la sortie se caractérise par des fronts montants et descendants bien verticaux. Le boîtier IC_5 est un circuit intégré bien connu de nos lecteurs : il s'agit en effet du CD 4017 qui est un compteur-décodeur décimal.

Un tel compteur avance pas à pas, au rythme des fronts ascendants présentés sur l'entrée « Horloge » : le niveau haut présent sur la sortie S_n se transplante sur S_{n+1}, et ainsi de suite. Cette avance se réalise à la condition que l'entrée de validation V se trouve soumise à un état bas. Il en est de même en ce qui concerne l'entrée RAZ. Si cette dernière est reliée, même brièvement, à un état haut, le compteur se met à zéro : le niveau 1 apparaît sur la sortie S_0.

Ainsi, au fur et à mesure que le badge s'introduit à l'intérieur du lecteur, un état haut apparaît d'abord sur la sortie S_1 de IC_5, puis sur S_2 et enfin sur S_3, après la lecture des trois trous de la piste de validation.

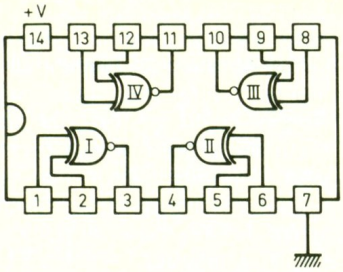
d) Remise à zéro des compteurs (fig. 3)

Tant que le badge n'est pas introduit dans le lecteur, toutes les portes NOR précédemment évoquées présentent un état haut, étant donné qu'il n'existe aucune obstruction entre les cinq couples de diodes infrarouges et de phototransistors. Les anodes réunies des diodes D_1 à D_5 présentent donc, grâce à R_{13}, un état haut qui se répercute sur les entrées de la porte AND II de IC_3. L'état haut délivré par celle-ci est alors appliqué en permanence sur les entrées RAZ des compteurs IC_5 et IC_6, par l'intermédiaire de D_6. Les compteurs sont donc bloqués sur leur position de repos S_0. Une fois que l'on a introduit le badge dans le lecteur, la situation particulière où toutes les cinq pistes de lecture présentent simultanément un état haut ne peut plus se renouveler, sauf dans le cas où l'on aurait retenu le codage binaire « 15 » (1111) pour l'un des trois chiffres. Ce chiffre est donc à rejeter, si bien que le nombre de combinaisons n'est pas de 4 096 mais de $(15)^3 = 3\,375$... restons modestes et honnêtes.

Mais revenons à notre badge introduit dans le lecteur. La sortie de la porte AND II de IC_3 présente un état bas qui se trouve répercuté sur les entrées RAZ de IC_5 et de IC_6 par la résistance R_{15}, ce qui permet à IC_5 d'avancer normalement jusqu'à aboutir à la position extrême S_3. Notons que, si l'on retirait le badge à ce moment ou si l'on poursuivait les essais, par exemple pour frauder et chercher les combinaisons par tâtonnement, l'ensemble se remettrait aussitôt à zéro grâce à D_8, qui a son anode reliée à la sortie S_4 de IC_5. De même, aussitôt le badge introduit dans le lecteur, la capacité C_4, préalablement chargée à travers D_9, se décharge progressivement dans R_{14}. En début de décharge, lorsque le potentiel est encore suffisamment élevé sur les entrées de la porte NOR IV de IC_2, cette dernière continue de présenter un état bas sur sa sortie. En revanche, au bout d'une durée de l'ordre de deux secondes, C_4 est as-

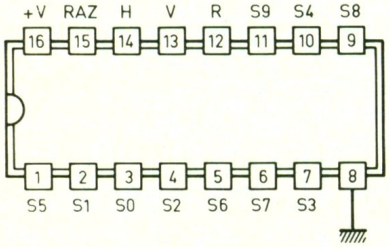
5 Rappels des brochages et tables de vérité correspondantes.

CD 4077 — 4 portes NOR EXCLUSIF à 2 entrées



E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

CD 4017 — Compteur-décodeur décimal



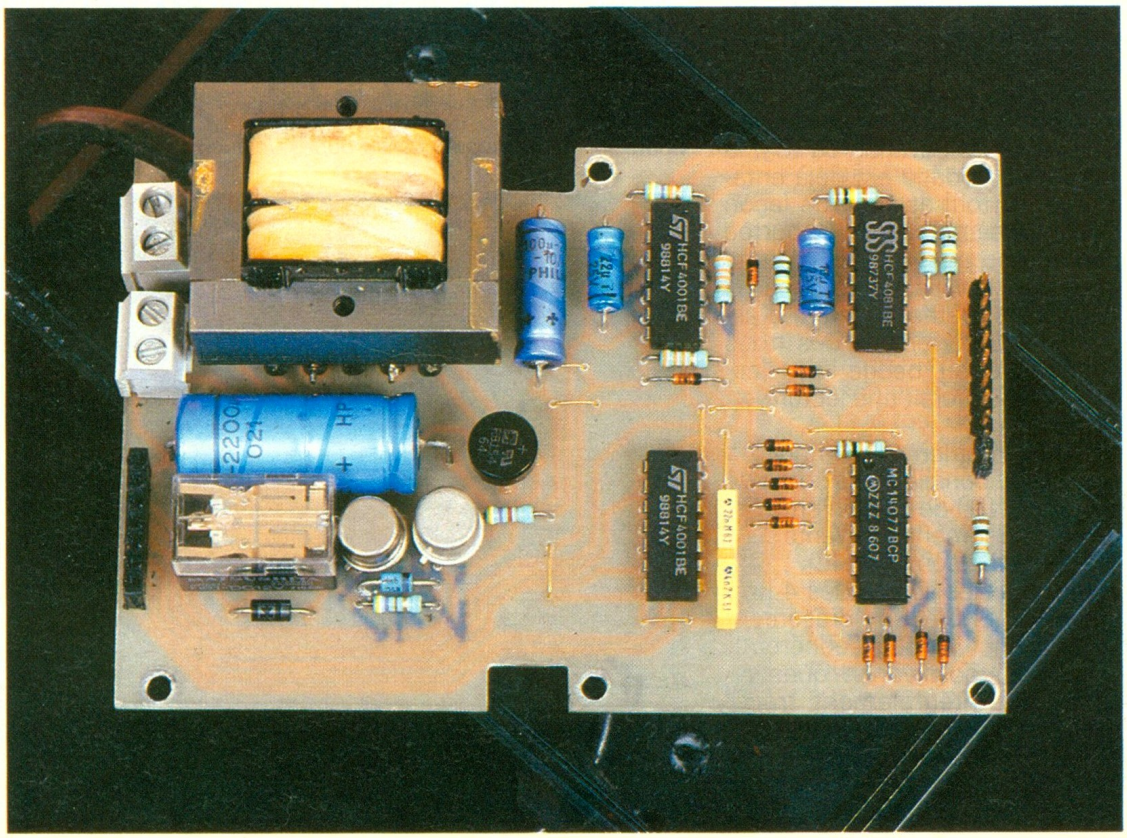
H	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	R
⎍	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
⎍	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
⎍	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
⎍	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
⎍	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
⎍	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
⎍	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
⎍	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
⎍	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
⎍	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

sez déchargée pour provoquer le basculement de la porte NOR, dont la sortie passe à l'état haut et assure la remise à zéro définitive des compteurs par D_7. L'opérateur dispose donc d'un temps alloué, qu'il ne doit en aucun cas dépasser au risque de ne pas aboutir à l'ouverture de la porte : il s'agit d'une précaution supplémentaire destinée à décourager les éventuels fraudeurs.

e) Vérification du codage (fig. 3)

Les sorties S_1, S_2 et S_3 du compteur menant IC_5 sont respectivement reliées à trois groupes de quatre « microswitch » de programmation. Par l'intermédiaire de diodes anti-retour, les interrupteurs A, B, C et D de chacun de ces groupes sont reliés à quatre lignes A', B', C' et D', elles-mêmes reliées au « moins » de l'alimentation par les résistances R_{22} à R_{25}. Grâce à cette disposition, un interrupteur ouvert, pour une postion appropriée du compteur IC_5, se traduit par un état bas sur la ligne correspondante.
Il est donc relativement aisé de réaliser la programmation du lecteur de badge, grâce à ce jeu de 12 interrupteurs. Ainsi, lorsque l'on veut par exemple programmer, dans l'ordre normal, les nombres 4, 13, 11, on aura à positionner les interrupteurs de la façon suivante :
– A = 0, B = 0, C = 1, D = 0 pour le microswitch nº 1.
– A = 1, B = 0, C = 1, D = 1 pour le microswitch nº 2.
– A = 1, B = 1, C = 1, D = 0 pour le microswitch nº 3.
Les lignes A', B', C' et D' sont reliées à l'une des deux entrées de 4 portes «NOR EXCLUSIF » dont

Photo 2. – Le module principale comporte un transformateur pour circuit imprimé.



l'autre série d'entrées est soumise aux sorties des portes NOR délivrant les niveaux logiques consécutifs à la lecture du badge, cette liaison étant réalisée suivant le même ordre.
La figure 5 rappelle le fonctionnement logique d'une porte NOR EXCLUSIF ; en résumé, on peut énoncer que la sortie d'une telle porte présente uniquement un état haut lorsque **ses deux entrées sont soumises à un même état,** haut ou bas.
La vérification du codage est ainsi évidente. En reprenant l'exemple ci-dessus, où les trois nombres adoptés étaient successivement 4, 13 et 11, on relèvera sur la sortie des 4 portes NOR EXCLUSIF de IC_4 :
– un état haut à la lecture du premier chiffre, c'est-à-dire lorsque IC_5 est sur la position S_1, et que le codage du badge correspond effectivement au nombre binaire 4 ;
– un état haut lors du passage du second chiffre, IC_5 étant sur S_2 et le badge étant codé « 13 » ;
– un état haut pour le troisième chiffre, IC_5 se positionnant sur S_3 et le badge étant codé « 11 ».

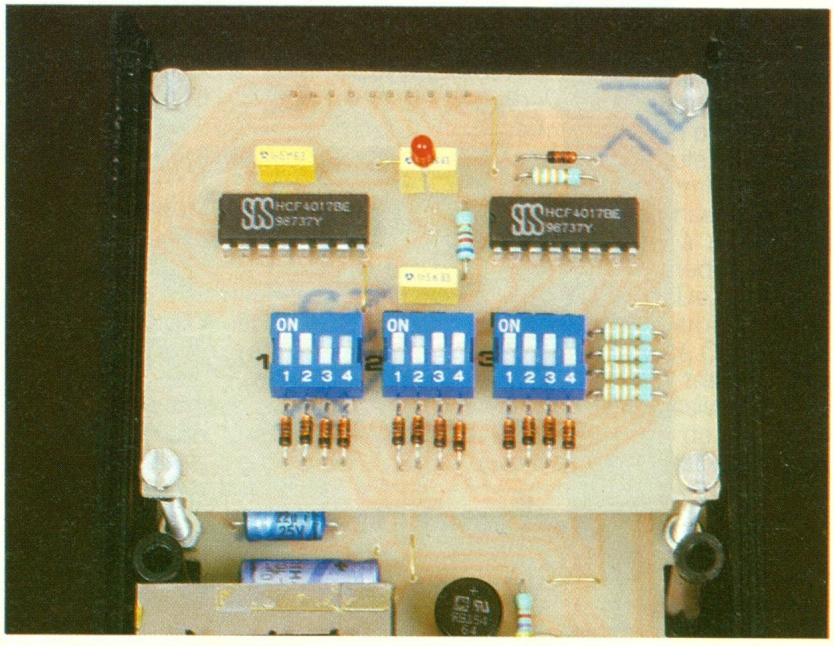
f) Validation de la lecture et avance du compteur mené (fig. 3)

Les trous du badge caractérisant le codage chiffré sont d'un diamètre plus important que ceux réservés à la validation. Ainsi, au moment du début de l'ordre de lecture, et de l'avance de IC_5, la lecture du codage est déjà entamée et surtout assurée de façon fiable. Cette précaution apportée par le perçage de plus petits trous pour la validation élimine les inévitables petits défauts d'alignement transversaux des trous de codage du badge, par lesquels on risquerait une lecture erronée.
Ainsi, au moment de l'impulsion positive disponible sur la sortie de la porte AND I de IC_3, on enregistre les phénomènes suivants :
– avance du compteur IC_5 ;
– si toutes les sorties des 4 portes NOR EXCLUSIF présentent un état haut (codage cohérent), l'impulsion positive en question se trouve intégralement transmise par la porte AND III de IC_3 ;
– cette impulsion positive est prise en compte par le trigger de Schmitt AND IV de IC_3 et assure l'avance d'un pas du compteur mené IC_6, qui est également un CD 4017.
Notons que, si la vérification de la cohérence du codage s'avérait négative, la porte AND III de IC_3 ne transmettrait pas l'impulsion issue de la porte AND I, et le compteur IC_6 n'aurait pas avancé d'un pas lors de la lecture du chiffre en question.

g) Utilisation (fig. 3)

Lorsque les trois chiffres composant le code ont été reconnus valables, le compteur mené IC_6 atteint la position S_3. Celle-ci est reliée à l'entrée de commande d'une bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC_2.
A l'état de repos, une telle bascule présente sur sa sortie un état bas. La sortie de la porte II et les entrées de la porte I sont à l'état haut. Il en résulte la décharge totale de la capacité C_9.
Dès que l'entrée se trouve soumise à un état haut, la sortie de la porte II passe à l'état bas. Il en est de même pour les entrées de la porte I, étant donné que, dans un premier temps, la capacité C_9 se comporte comme un court-circuit. La sortie de la bascule passe alors à un état haut. La capacité C_9 se charge progressivement à travers R_{26} ; cette situation subsiste même lorsque l'état haut disponible sur la sortie S_3 de IC_6 disparaît grâce au verrouillage qu'apporte la liaison 3-6 de la bascule. Lorsque le potentiel de l'armature positive de C_9 atteint une valeur environ égale à la demi-tension d'alimentation, la porte I bascule : sa sortie repasse à l'état bas, tandis que celle de la porte II représente son état haut de repos. La capacité C_9 se décharge et se trouve ainsi prête pour une éventuelle sollicitation suivante.
L'état haut délivré par une telle bascule se caractérise donc par une durée totalement indépendante de celle de l'impulsion de commande. En fait, elle ne dépend que des valeurs de R_{26} et de C_9 ; dans le présent montage, elle est de l'ordre de trois à quatre secondes. L'état haut délivré par la bascule sature le transistor T_2 dont le circuit collecteur comporte le bobinage d'un relais 1 RT.
Notons que ce relais est directement alimenté par l'armature positive de la capacité de filtrage C_1, donc en amont du circuit de régulation, sous une tension de l'ordre de 12 V, qui est justement sa tension nominale de fonctionnement. Une telle disposition évite au transistor régulateur d'avoir à fournir l'apport de courant supplémentaire nécessaire à la fermeture du relais, ce qui évite les éventuelles perturbations qui pourraient s'ensuivre.
La diode D_{27} protège le transistor T_2 des effets liés à la surtension de self au moment de la coupure.

Photo 3. – Utilisation de trois groupes de quatre microswitches.



III – REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 6)

Ils sont au nombre de quatre :
– le module principal
– le module supérieur
– le module diodes infrarouges
– le module phototransistors.

Pour leur réalisation, plusieurs possibilités :
– la méthode directe par application d'éléments de transfert Mécanorma sur la face cuivre de l'époxy préalablement bien dégraissée ;
– la confection intermédiaire d'un mylar transparent, toujours par application des mêmes transferts, puis exposition de l'époxy présensibilisée aux ultraviolets avec interposition de ce mylar, le dessin étant ensuite à révéler à l'aide d'une solution de soude.

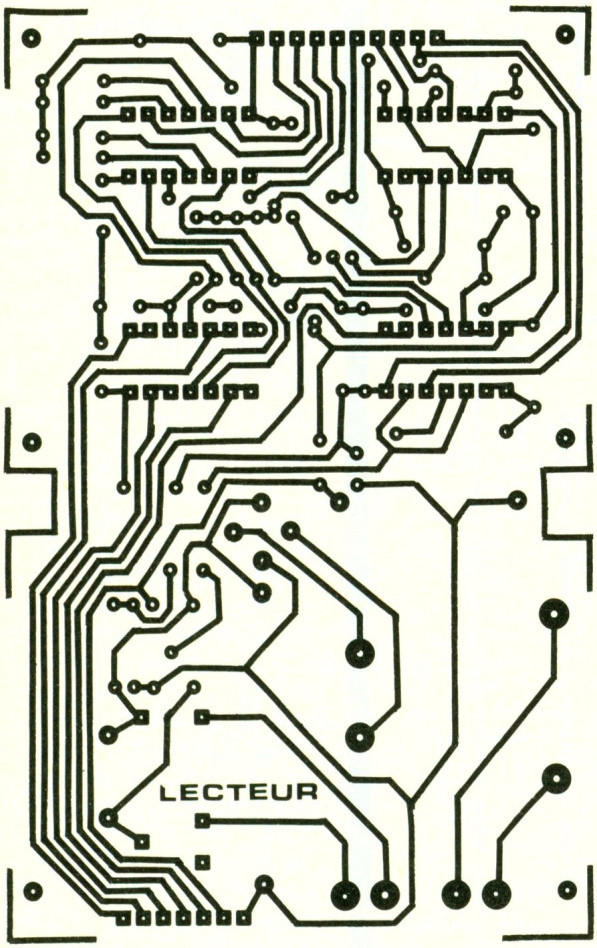
Dans les deux cas ci-dessus, le circuit sera gravé dans un bain de perchlorure de fer, puis abondamment rincé.

Enfin, signalons que certains fournisseurs élaborent le circuit imprimé en se servant du modèle publié dans la revue, par des procédés photographiques.

Par la suite, toutes les pastilles sont percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre ; certains seront à agrandir à 1 ou à 1,3 mm selon besoin. Enfin, pour terminer, il est bon d'étamer les pistes pour en améliorer la tenue.

6a

Nous vous conseillons de reproduire les tracés des circuits imprimés publiés grandeur nature par le biais de la méthode photographique.



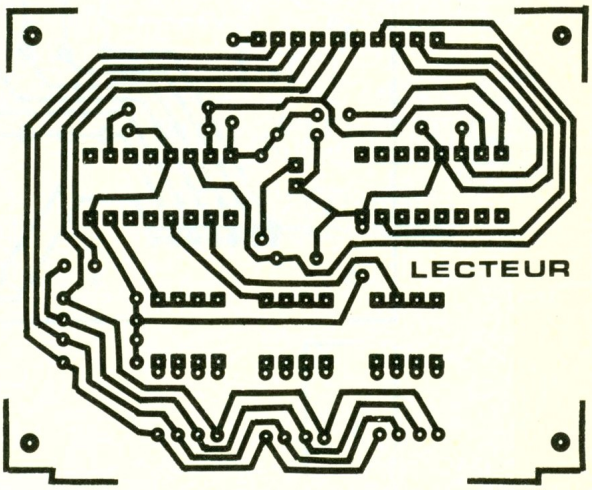
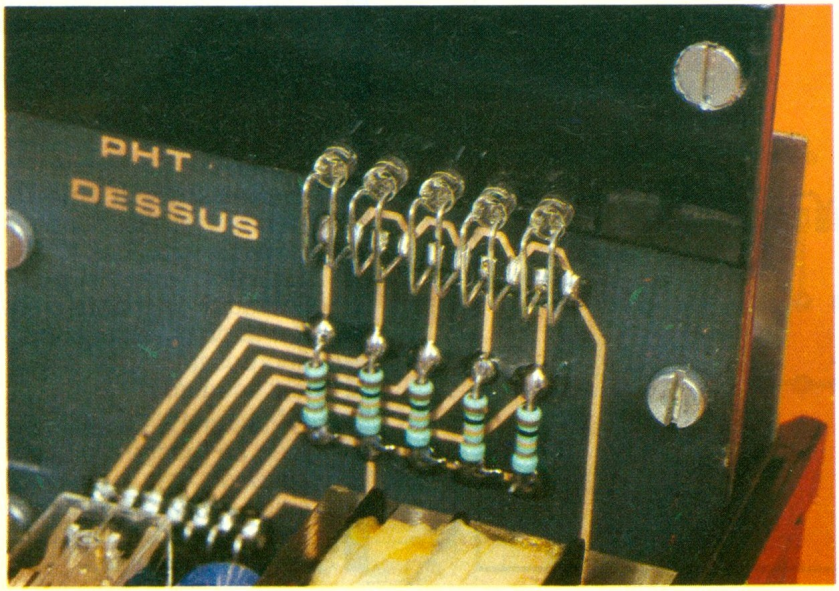


Photo 4. – Une fois n'est pas coutume, mais les composants sont soudés côté cuivre.

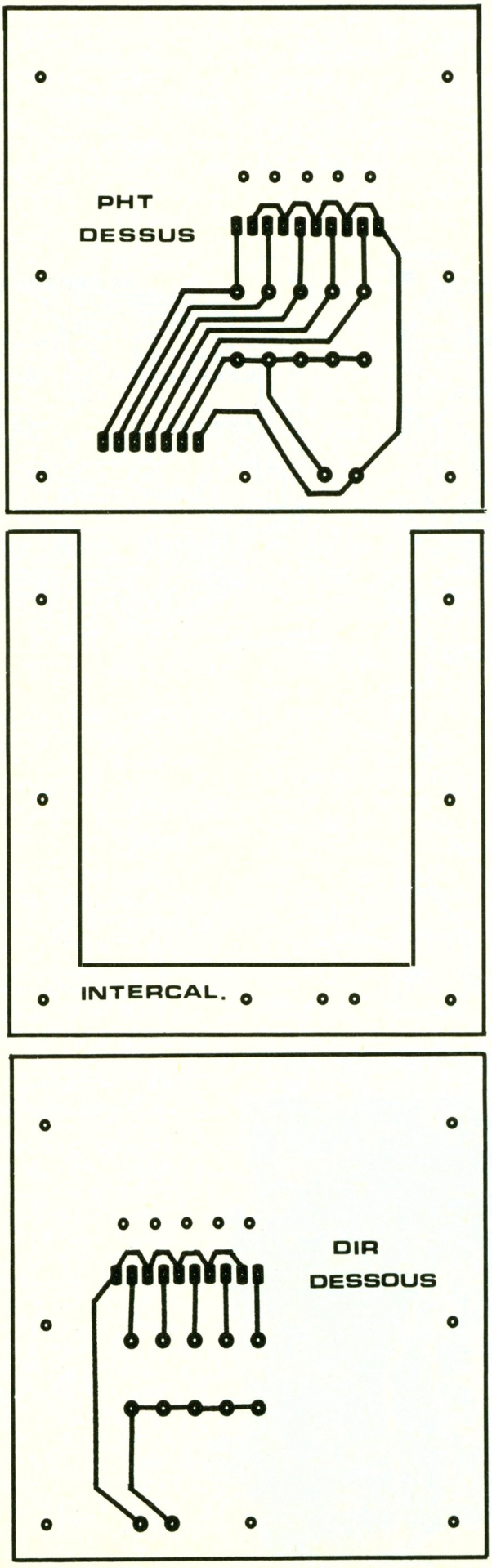


b) Implantation des composants (fig. 7)

Pour les modules constituant la logique électronique, on implantera en premier lieu les straps de liaison en fil de cuivre nu. Puis ce sera le tour des diodes, des résistances, des capacités et des transistors. Attention à l'orientation des composants polarisés. Après la mise en place du relais, du transformateur et des dominos de raccordement, on procédera en dernier lieu à l'implantation des circuits intégrés, toujours en prenant grand soin aussi bien pour l'orientation que pour le ménagement d'un temps de refroissement suffisant entre deux soudures consécutives sur le même boîtier.

6b

La réalisation exige l'emploi de circuits imprimés complémentaires destinés à réaliser le lecteur optique.



Concernant l'implantation des composants des modules constituant le lecteur de badge, il convient auparavant de préparer très soigneusement les trois pièces constitutives de ce lecteur. Les dessins de la **figure 6** constituent des modules directement exploitables, notamment au niveau du dimensionnement.

c) Montage du lecteur (fig. 7)

Après un usinage soigné des trois pièces précédemment évoquées, on procédera au perçage précis des sept trous de fixation des modules. Avant de procéder à l'assemblage, il est nécessaire d'avoir la certitude du bon dimensionnement du module intercalaire, en le vérifiant à l'aide du badge téléphonique que l'on compte utiliser.

Après l'assemblage des pièces, on percera les trous de lecture, d'abord des deux côtés, à l'aide d'un foret de 1 mm de diamètre, puis de façon définitive, d'un seul tenant, à l'aide d'un foret de 2 mm de diamètre. De même, il convient de percer les deux trous destinés au passage des deux straps de liaison intermodules.

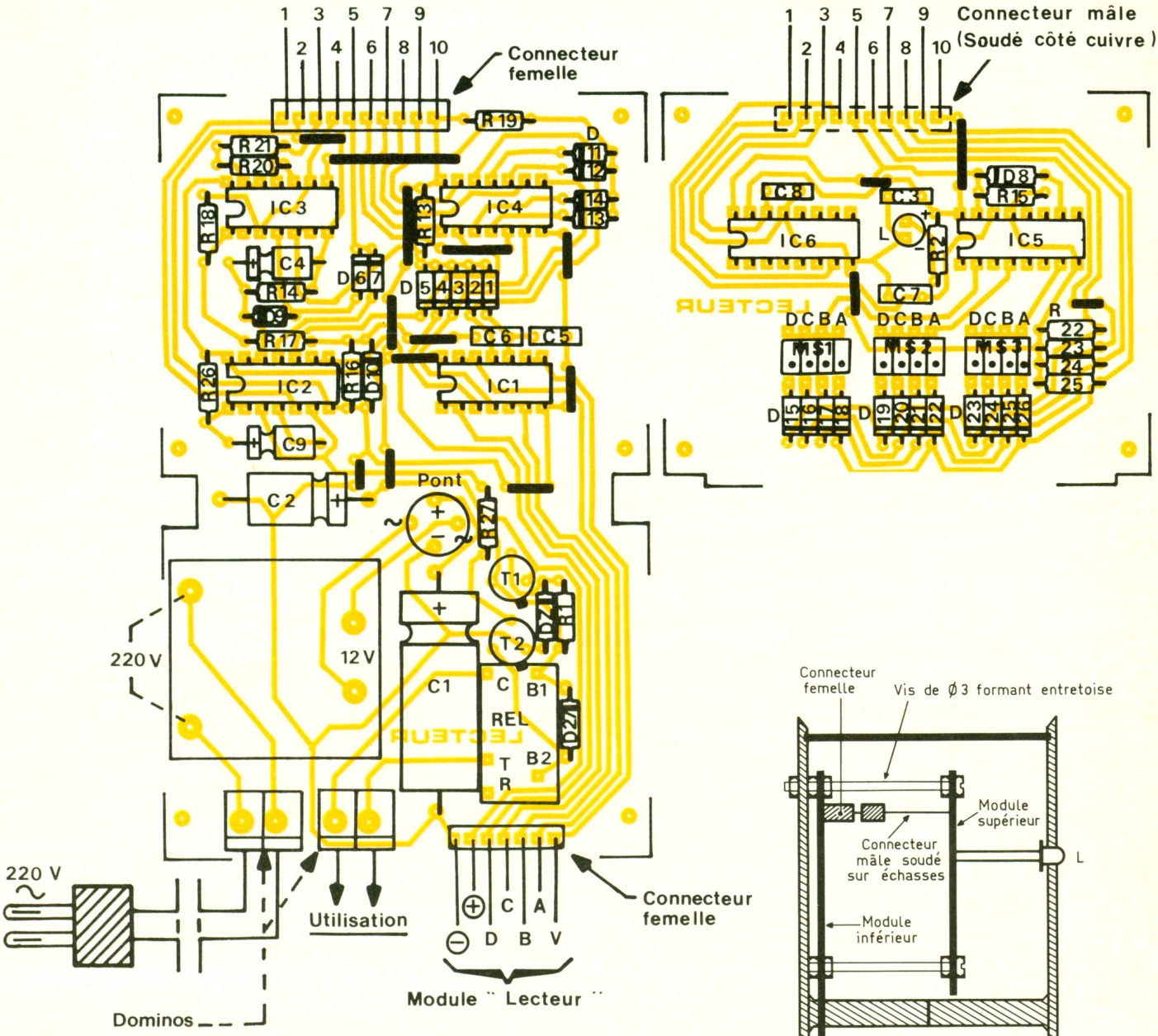
Par la suite, l'ensemble est démonté, les trous sont très légèrement ébavurés et, du côté opposé au cuivre, il est bon d'appliquer une couche de peinture noire, ce qui ne peut qu'améliorer les qualités optiques du lecteur.

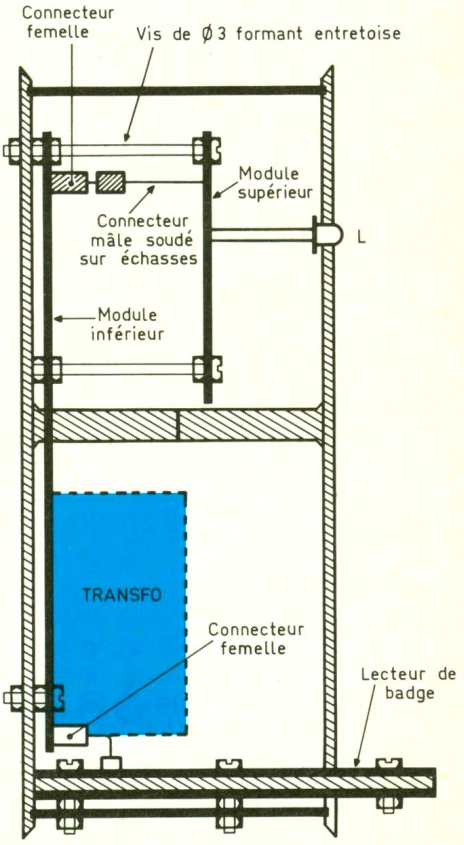
C'est seulement à partir de ce stade que l'on procédera à l'implantation des composants sur les modules du lecteur, mais exceptionnellement du côté cuivre. Il convient de veiller à ne laisser dépasser aucune connexion du côté opposé au cuivre afin de ne pas blesser le badge lors de son introduction.

Attention à l'orientation des phototransistors (l'émetteur a la « patte » la plus longue) et des diodes infrarouges (c'est l'anode qui a la « patte » la plus longue). La figure de montage indique la forme particulière à donner à ces composants, par pliage, avant leur soudure.

En résumé, la confection du lecteur de badge demande beaucoup de soin et d'attention : il s'agit d'un travail de précision dont dépend le bon fonctionnement du montage.

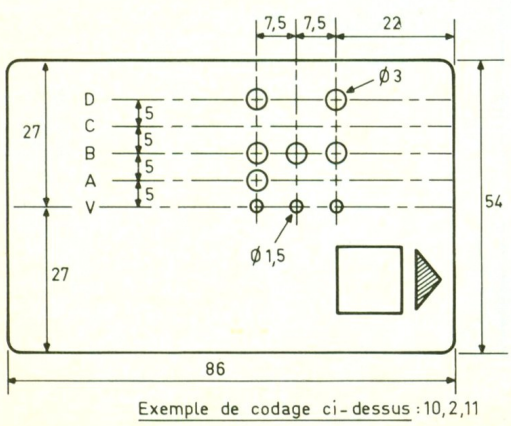
7 *Les circuits imprimés réalisés, il ne vous restera plus qu'à procéder à l'implantation des éléments conformément aux croquis donnés.*





8 *Agencement de l'ensemble à l'intérieur du coffret.*

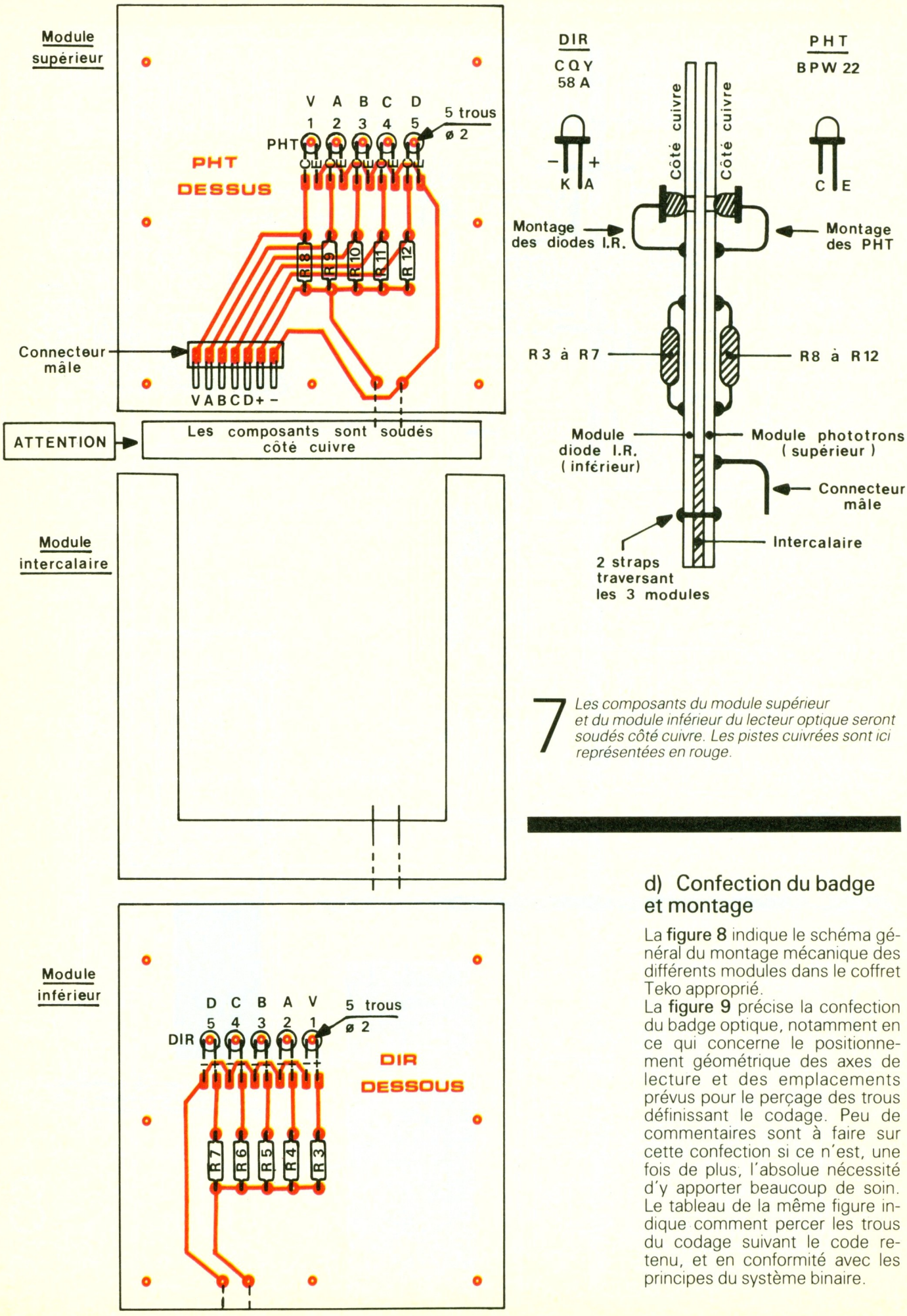
9 *Badge de codage : exemple d'une carte de téléphone.*



Exemple de codage ci-dessus : 10, 2, 11

Tableau de codage

	D	C	B	A
0				
1				○
2			○	
3			○	○
4		○		
5		○		○
6		○	○	
7		○	○	○
8	○			
9	○			○
10	○		○	
11	○		○	○
12	○	○		
13	○	○		○
14	○	○	○	
15	○	○	○	○



7 *Les composants du module supérieur et du module inférieur du lecteur optique seront soudés côté cuivre. Les pistes cuivrées sont ici représentées en rouge.*

d) Confection du badge et montage

La **figure 8** indique le schéma général du montage mécanique des différents modules dans le coffret Teko approprié.

La **figure 9** précise la confection du badge optique, notamment en ce qui concerne le positionnement géométrique des axes de lecture et des emplacements prévus pour le perçage des trous définissant le codage. Peu de commentaires sont à faire sur cette confection si ce n'est, une fois de plus, l'absolue nécessité d'y apporter beaucoup de soin. Le tableau de la même figure indique comment percer les trous du codage suivant le code retenu, et en conformité avec les principes du système binaire.

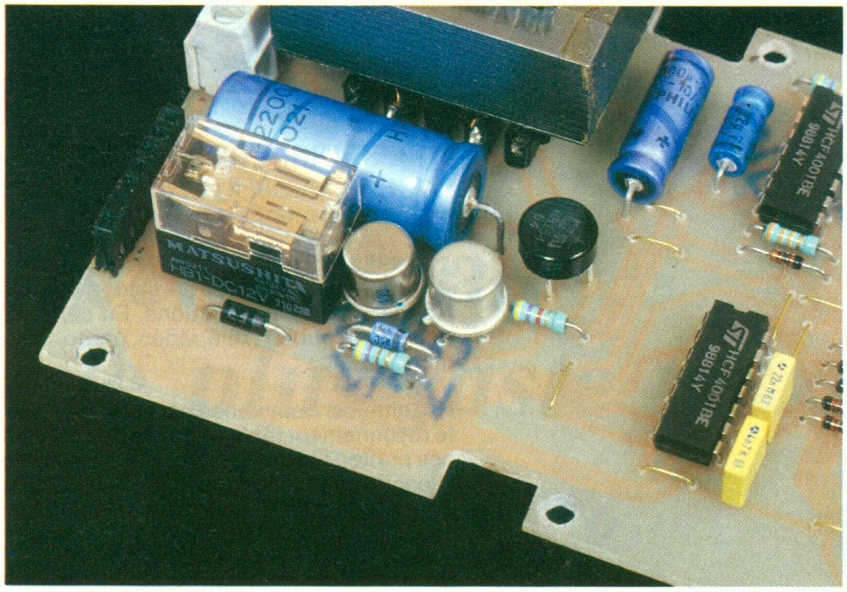


Photo 5. – Gros plan sur le relais 1 RT (National).

Le lecteur de badge peut être maintenant mis en service, après l'avoir, bien sûr, correctement programmé à l'aide des trois microswitches prévus à cet effet, en se rappelant qu'un « trou » du badge optique doit correspondre à l'interrupteur correspondant placé en position de fermeture.

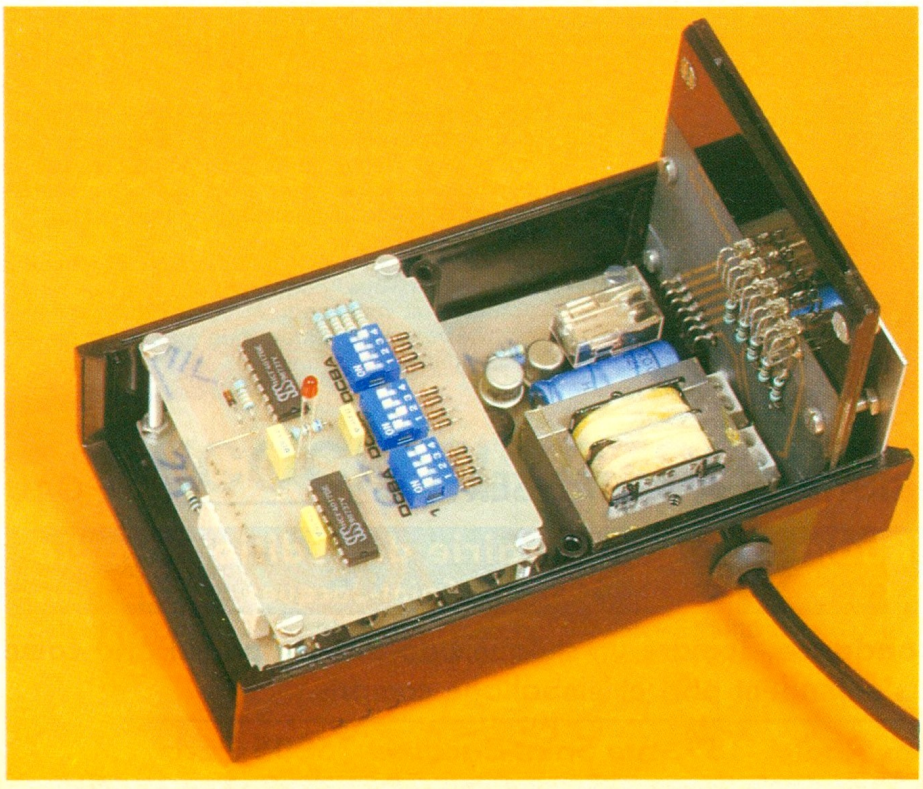
Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module principal

12 straps (6 horizontaux, 6 verticaux)
R_1 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R_{13} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{14} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{16} et R_{17} : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{18} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{19} et R_{20} : 2 × 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{21} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{26} : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_{27} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
D_1 à D_7 : 7 diodes-signal (1N4148, 1N914)
D_9 à D_{14} : 6 diodes-signal (1N4148, 1N914)

Photo 6. – Disposition des trois modules à l'intérieur du coffret.



D_{27} : diode 1N4004, 4007
D_Z : diode Zener 9,1 V
Pont redresseur 500 mA
C_1 : 2 200 µF/16 V électrolytique
C_2 : 100 µF/10 V électrolytique
C_4 : 10 µF/10 V électrolytique
C_5 : 4,7 nF milfeuil
C_6 : 22 nF milfeuil
C_9 : 22 µF/10 V électrolytique
T_1 et T_2 : 2 transistors NPN 2N1613, 1711
IC_1 et IC_2 : 2 × CD4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC_3 : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)
IC_4 : CD 4077 (4 portes NOR EXCLUSIF à 2 entrées)
Relais 12 V – 1RT (type National)
Transformateur 220 V/12 V – 2,5 VA
Connecteur femelle 10 broches
Connecteur femelle 7 broches
4 dominos pour circuit imprimé

b) Module supérieur

4 straps (2 horizontaux, 2 verticaux)
R_2 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_{15} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{22} à R_{25} : 4 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
D_8 : diode-signal (1N4148, 1N914)
D_{15} à D_{26} : 12 diodes-signal (1N4148, 1N914)
L : LED rouge ø 3
C_3 : 0,22 µF milfeuil
C_7 et C_8 : 2 × 1,5 nF milfeuil
IC_5 et IC_6 : 2 × CD 4017 (compteur-décodeur décimal)
MS_1 à MS_3 : 3 groupes de 4 microswitches
Connecteur mâle de 10 broches

c) Module « phototransistors »

R_8 à R_{12} : 5 × 10 kΩ (marron, noir, orange)
PHT_1 à PHT_5 : 5 phototransistors BPW 22, TIL 78 (ø 3)
Connecteur mâle 7 broches

d) Module « diodes infrarouges »

R_3 à R_7 : 5 × 1 kΩ (marron, noir, rouge)
DIR_1 à DIR_5 : 5 diodes infrarouges CQY 58 A (ø 3)

e) Divers

Cordon secteur
Fiche secteur
Coffret Teko Série « Designer » Réf. 10003 (85 × 145 × 61)
Passe-fil

EXPE 34 : MINI ENCEINTES AMPLIFIEES 7 W RMS

Une enceinte amplifiée autonome ! Voilà une réalisation d'Electronique Collège qui intéressera plus d'un d'entre vous.
En effet, avec la présence d'une entrée préamplifiée et d'une entrée haut niveau, vous pourrez réamplifier tant un walkman qu'un magnétophone ou tout autre appareil audio. L'ensemble, agrémenté d'une solide correction graves et aigus séparée, mise en valeur par un haut-parleur de qualité, peut être implanté dans un petit baffle au design passe-partout.

CARACTERISTIQUES

Alimentation de 9 à 20 V.
Consommation 25 mA au repos.
Deux entrées : 20 mV haute impédance et 250 mV basse impédance.
Correcteur de tonalité : ± 15 dB.
Bande passante 40 Hz à 20 kHz.
Distorsion 0,3 %.
Puissance de sortie sur 4 Ω : 7 W avec une tension d'alimentation de 16 V, 2,5 W avec une tension d'alimentation de 9 V.

LE PRINCIPE DES KITS « ELECTRONIQUE COLLEGE »

Dans un but éducatif, Electronique Collège offre le choix de deux possibilités pour la réalisation du montage.

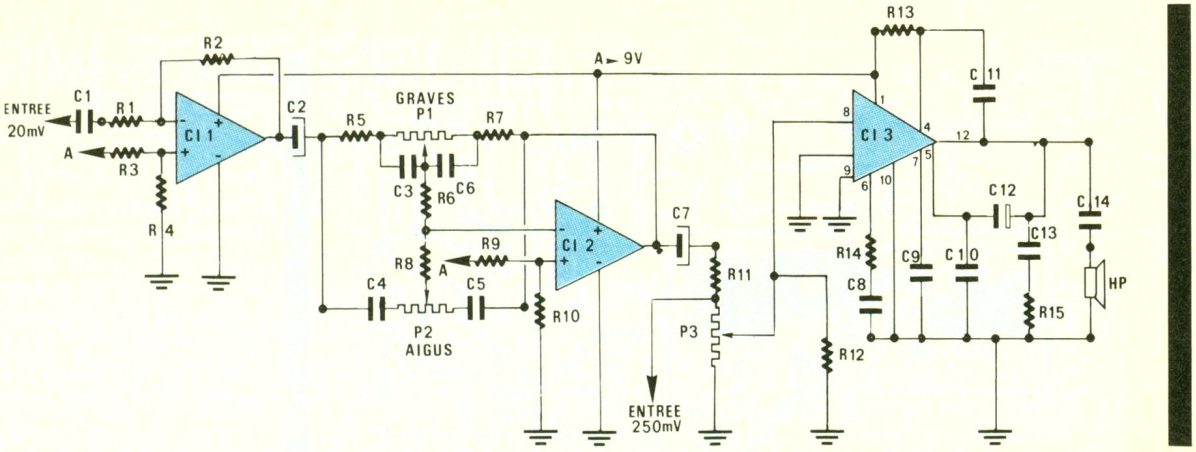
1er choix : réalisation du circuit imprimé par vous-même
Vous trouverez ci-joint le dessin du circuit à l'échelle 1. Celui-ci, à l'aide de la méthode Transpage, vous permettra de réaliser votre circuit sur plaque présensibilisée. Vous pouvez aussi traiter une plaque cuivrée à l'aide d'une résine photosensible en aérosol. Dans les deux cas, il est prudent d'étamer le circuit après gravure et rinçage.

2e choix : utilisation du circuit imprimé Electronique Collège
Un circuit imprimé, fourni en verre époxy de 16/10°, est livré côté cuivre recouvert d'un vernis appelé épargne. Cette solution présente les avantages suivants :
– risques de court-circuit entre pistes lors de l'opération de soudure réduits au minimum ;
– protection des pistes en cuivre contre l'oxydation ;
– aide au repérage des pastilles à l'aide d'un quadrillage réalisé dans le vernis épargne.

En outre, ce circuit est étamé, ce qui facilite le travail lors du soudage des composants.
Que vous ayez choisi la première ou la deuxième méthode, il ne vous reste plus qu'à percer le circuit et souder les composants.
a) Perçage : 1,3 mm pour les

1

Le schéma de principe se construit autour de classiques circuits intégrés dont notamment deux 741 montés en préamplificateur et correcteur graves/aigus.



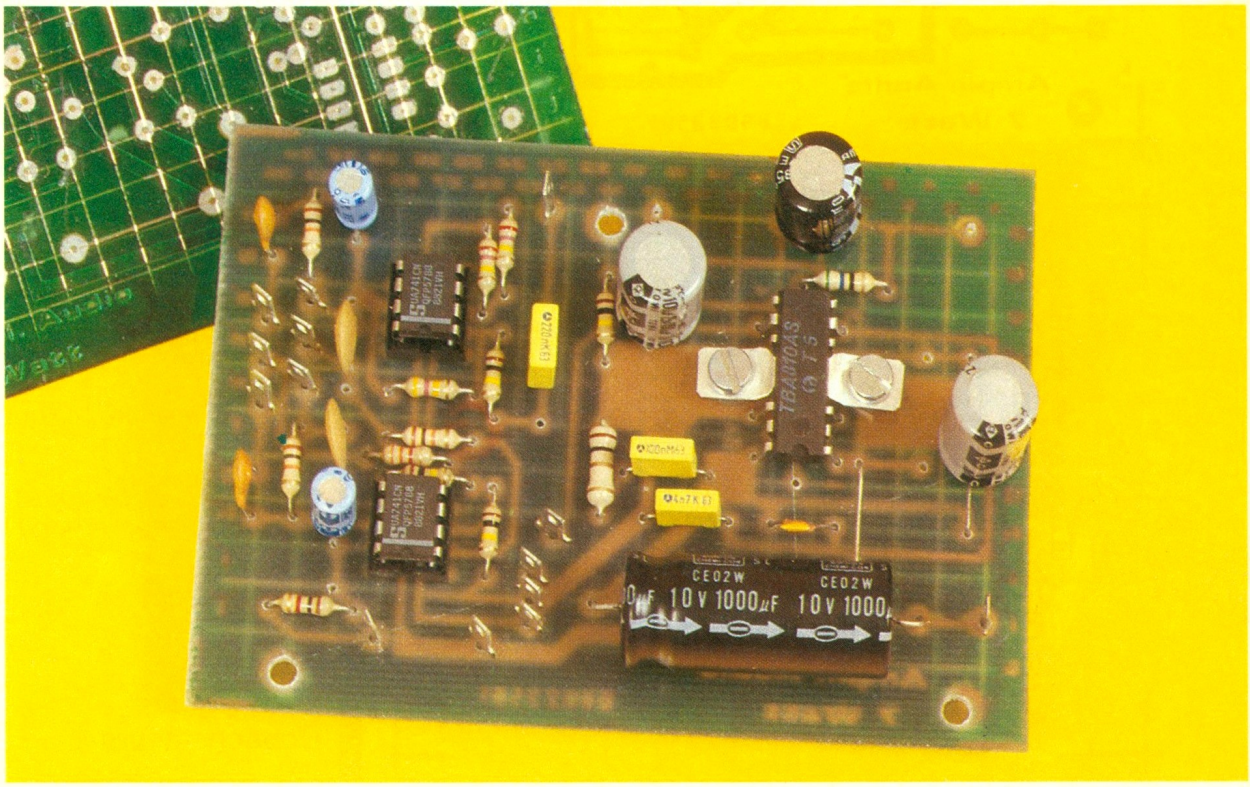


Photo 2. – Un module électronique facile à réaliser selon la méthode préconisée.

grandes pastilles rondes, 0,9 mm pour toutes les autres pastilles.

b) Montage : le repérage des composants se fait sur une grille quadrillée au pas de 2,54 mm. Les ordonnées sont repérées en a, a', b, b', c, c', d, d'... les abscisses en 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8... Pour chaque composant, les coordonnées données dans le tableau de montage vous permettent de le positionner à coup sûr correctement.

SCHEMA DE PRINCIPE D'EXPE 34

Il est représenté par la **figure 1**.

Le cœur de l'amplificateur est constitué du circuit intégré TBA 810 AS dont les caractéristiques, outre la bonne reproduction, permettent une alimentation allant de 5 à 20 V.

La borne 8 de CI_3 sert d'entrée amplificatrice de puissance réglable à l'aide du potentiomètre P_3. Le condensateur C_{12} permet d'ajuster la bande passante dans les aigus. Sa valeur peut être choisie entre 820 et 1 500 pF. Le condensateur C_{14} s'adapte lui aussi à la puissance transmise : pour 1 W en sortie, 100 µF suffisent.

Les deux circuits intégrés CI_1 et CI_2 servent à amplifier le signal de l'entrée 20 mV tout en compensant l'atténuation due aux filtres de correction graves et aigus. Ceux-ci assurent un réglage de ± 15 décibels sur chaque canal.

La résistance R_2 fixe le gain du premier étage à une valeur déterminée qui, dans notre cas, avoisine 5. Les résistances R_3, R_4, R_9, R_{10} déterminent le potentiel de repos des circuits CI_1 et CI_2. Ce dernier n'étant pas nul, les condensateurs C_2 et C_7 sont indispensables.

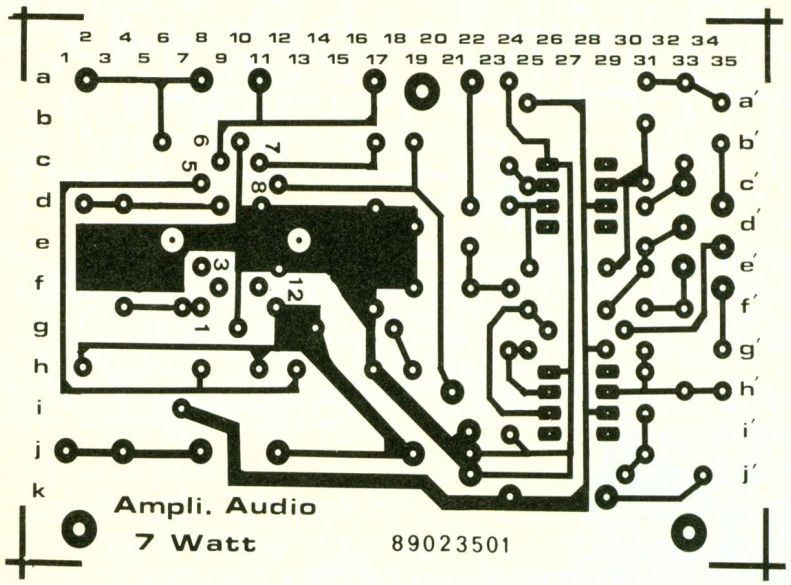
MONTAGE D'EXPE 34

Suivre le schéma d'implantation donné en **figure 2**.

Soudez en premier les résistances, puis les supports de circuits intégrés et les condensateurs. Ne pas oublier de relier électriquement les ailettes du TBA 810 AS à la masse par l'intermédiaire d'une vis avec entretoise et écrou. Reliez le C_1 à l'entrée jack à l'aide d'un fil blindé. Branchez le haut-parleur.

2

Tracé du circuit imprimé à l'échelle selon le principe.



3

Dans ces conditions, l'implantation des éléments devient plus simple.

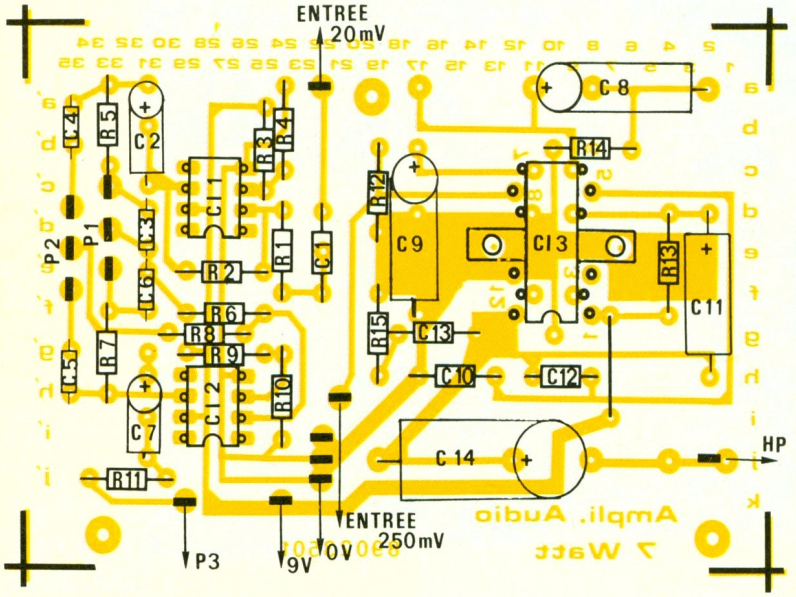
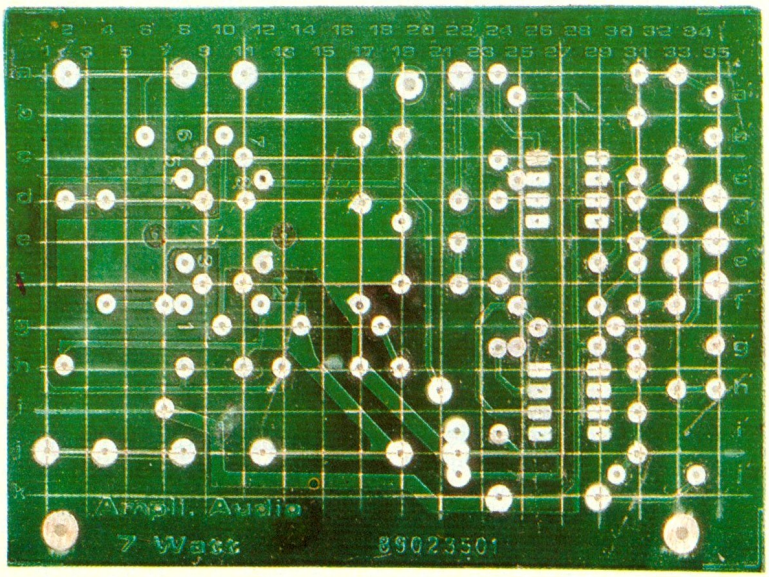


Photo 3. – Aspect du circuit imprimé non percé.



MISE EN ROUTE D'EXPE 34

Le montage étant simple, il doit fonctionner dès sa mise sous tension après avoir relié l'une des entrées à la sortie d'un ensemble audio de niveau correspondant. Pour améliorer la courbe de réponse de votre haut-parleur, il est recommandé de tapisser les parois du boîtier à l'aide de laine de verre ou de polystyrène.

NOMENCLATURE D'EXPE 34

Résistances 1/4 W

R_2 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R_3, R_4 : 270 kΩ (rouge, violet, jaune)
R_1, R_9, R_{10}, R_{12} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_5, R_6, R_7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_8 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_{11} : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_{13} : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_{14} : 56 Ω (vert, bleu, noir)
R_{15} : 1 Ω (marron, noir, or)

Potentiomètres

P_1, P_2 : 100 kΩ Log.
P_3 : 22 kΩ log.

Condensateurs

C_{14} : 1 000 µF/25 V
C_8 : 470 µF/25 V
C_9, C_{11} : 100 µF/25 V
C_7 : 4,7 µF/25 V
C_2 : 2,2 µF/25 V
C_1 : 220 nF
C_{13} : 100 nF
C_3, C_6 : 33 nF
C_{10} : 4,7 nF
C_4, C_5 : 3,3 nF
C_{12} : 1 nF

Circuits intégrés

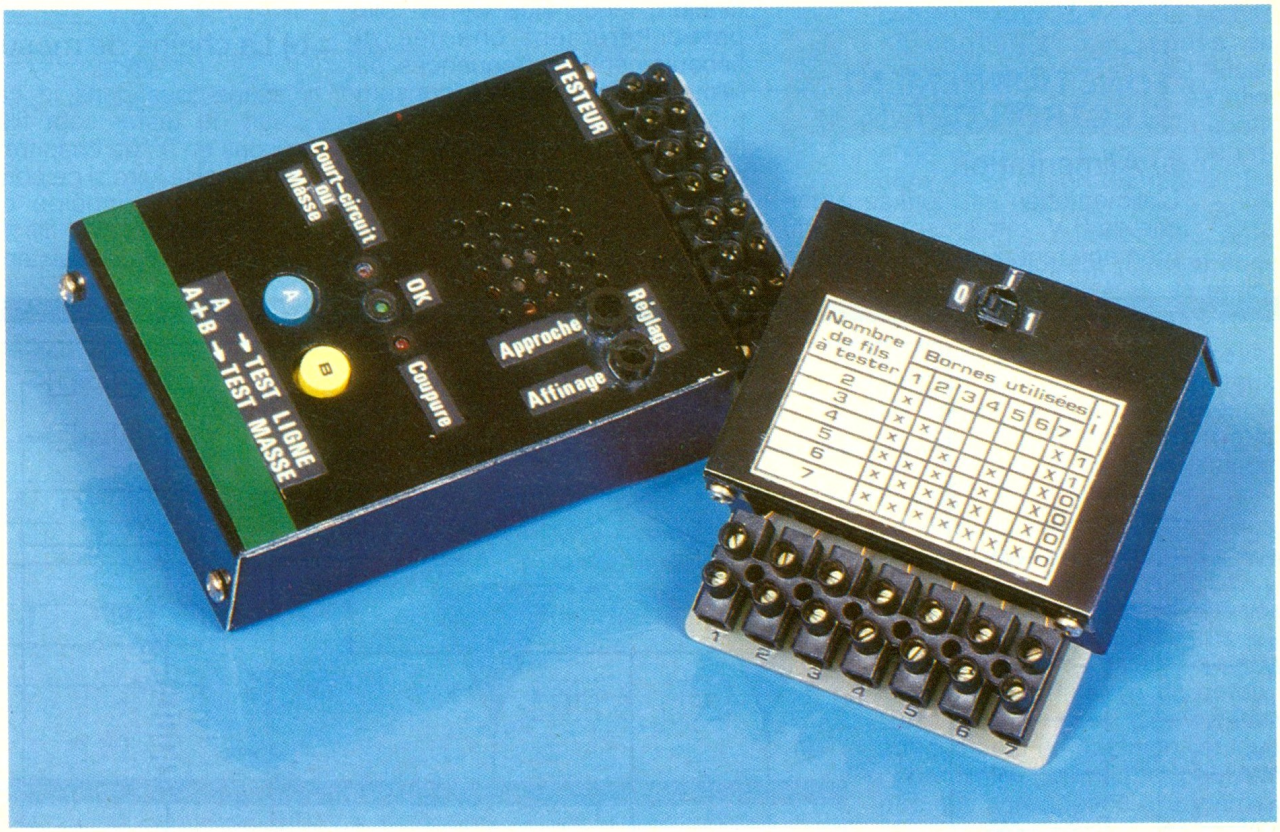
CI_1, CI_2 : MC 1741
CI_3 : TBA 810 AS

Divers

1 haut-parleur 4 ou 8 Ω 7 W
2 supports CI 8 broches
14 picots
2 vis TC 3 x 10
4 écrous ø 3

UN TESTEUR DE CONTINUITE

Lors du dépannage ou de la maintenance d'installations électriques se pose fréquemment le problème du contrôle de plusieurs conducteurs regroupés dans une même gaine ou faisant partie d'un même câble. A l'aide de cet appareil, cette opération devient tout à fait simple.



I – LE PRINCIPE

Le dispositif de contrôle se compose de deux parties :
– un boîtier principal manipulé par l'opérateur ;
– un boîtier auxiliaire monté à l'autre extrémité du câble à vérifier.
Le contrôle peut aussi s'effectuer par un seul intervenant. Il suffit pour cela de relier, dans un ordre donné, les conducteurs à tester aux bornes du boîtier auxiliaire d'une part, et de raccorder dans le même ordre les autres extrémités aux bornes prévues du boîtier principal. Le montage met alors en évidence trois types de défauts caractéristiques :
– la coupure éventuelle d'un ou plusieurs conducteurs ;
– le défaut d'isolement (ou les court-circuits) entre un ou plusieurs conducteurs ;
– le défaut d'isolement (ou les contacts francs) entre un ou plusieurs conducteurs et la masse, si cette dernière existe, par exemple dans le cas d'une gaine constituée par un tube métallique.

Le dispositif permet ainsi le contrôle simultané d'un nombre de conducteurs pouvant aller jusqu'à 7. Bien entendu, il est également possible de tester un ensemble constitué d'un nombre de conducteurs inférieur à 7, mais au moins égal à 2. Si le nombre de fils à tester est supérieur à 7, il y a lieu de procéder en plusieurs opérations.
La signalisation des défauts est double :
– optique, par l'allumage d'une LED verte lorsque tout est normal, ou de l'une ou de l'autre,

d'une LED rouge dans le cas d'une coupure ou d'un court-circuit ;
– acoustique, par l'émission d'un son continu en l'absence de défaut et d'un son discontinu (bip-bip) en cas d'anomalie.
Le principe de fonctionnement de l'ensemble est très prosaïque ; en effet, les fils à tester font partie d'un pont constitué de résistances logées dans les deux boîtiers. Ce groupement présente, en son état normal, une résistance ohmique R donnée. Tout écart ΔR, dans un sens ou dans l'autre par rapport à cette valeur, est mis en évidence et permet la détection de l'anomalie par le biais d'un montage comparatif approprié.

Nombre de fils à tester	Bornes à utiliser							Position de I	Résistance normale
	1	2	3	4	5	6	7		
2	X						X	F	14,9kΩ
3	X	X					X	F	9,8kΩ
4	X		X		X		X	Ø	35,3kΩ
5	X	X	X		X		X	Ø	30,2kΩ
6	X	X	X	X	X		X	Ø	25,1kΩ
7.	X	X	X	X	X	X	X	Ø	20kΩ

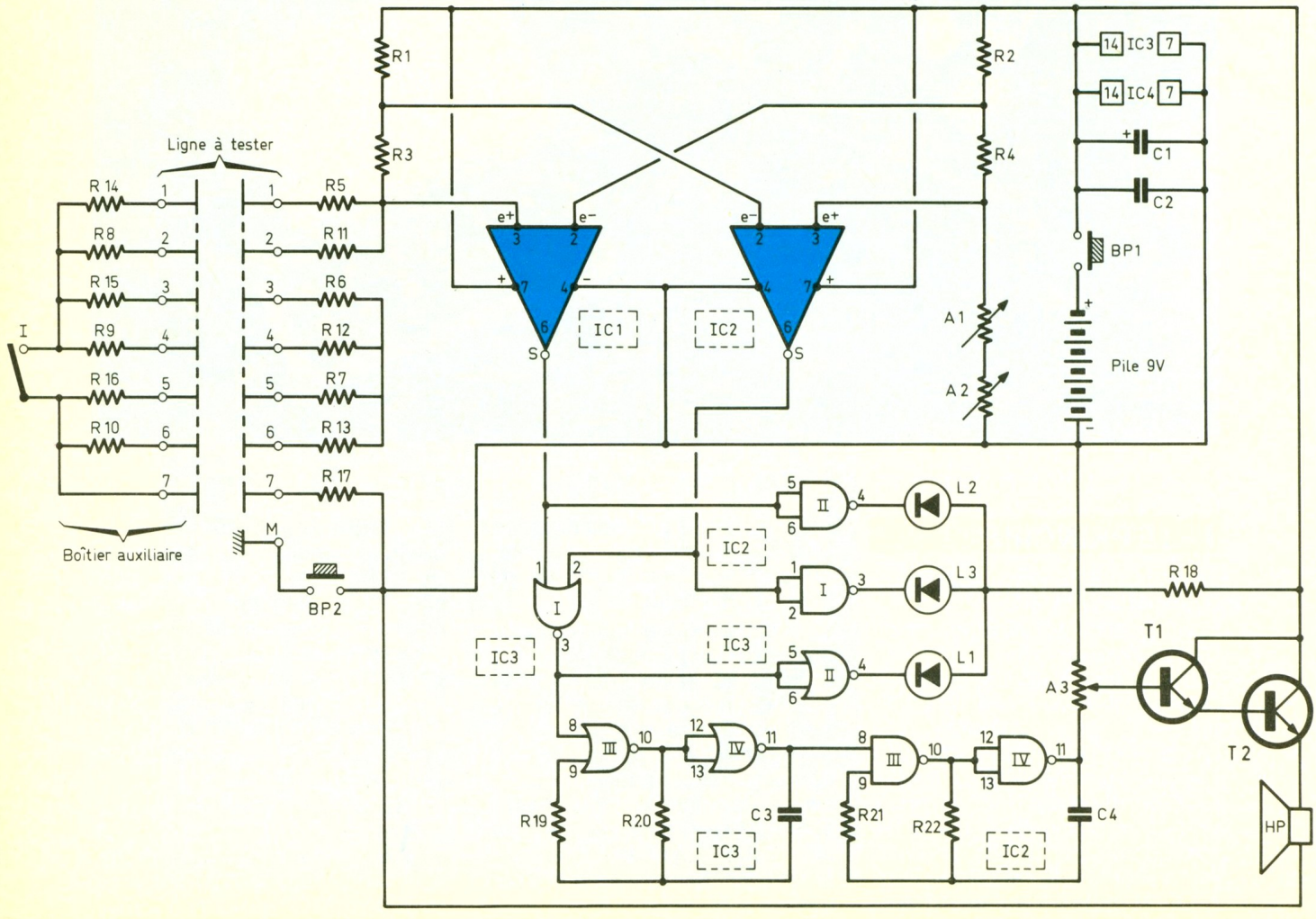
II – LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE (fig. 1)

a) Alimentation

L'alimentation est confiée à une pile de 9 V, totalement isolée du montage tant que l'on ne sollicite pas le bouton-poussoir BP_1. C'est ce dernier qui assure l'alimentation de l'ensemble du dispositif. La capacité C_1 fait office de filtrage étant donné les micro-oscillations générées par la sonorisation, tandis que C_2 est plus particulièrement chargée de l'écoulement de fréquences parasites éventuelles. La consommation est très faible pour le fonctionnement de la chaîne de mesure. La génération du son est un peu plus gourmande, si bien que le débit normal est de l'ordre de 60 à 80 mA, ce qui confère à la pile une relative longévité étant donné que les durées de fonctionnement sont très faibles, c'est-à-dire de l'ordre de quelques secondes par test.

b) La chaîne de mesure

Plaçons-nous dans le cas où il s'agit de tester sept fils. Nous verrons en fin de chapitre ce qu'il convient de faire si ce nombre est inférieur. Le principe consiste donc à insérer les fils à tester dans un pont de résistances, de



1 *Ce schéma de principe autorise le contrôle simultané d'un nombre de conducteurs pouvant aller jusqu'à sept. On retrouve 741, 4001 et 4011.*

2 *Exemples de variation de la résistance ohmique en cas d'anomalie.*

a) Situation normale

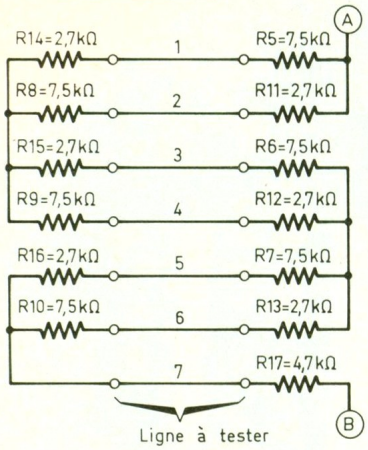
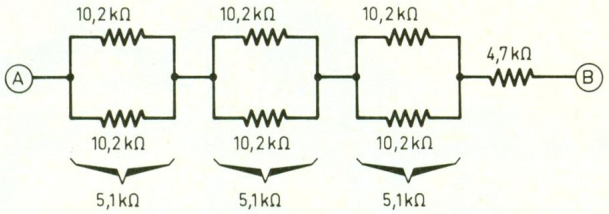


Schéma équivalent



$R_{normale}$ = 20kΩ

b) Coupure

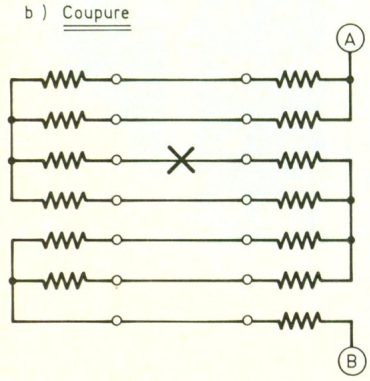
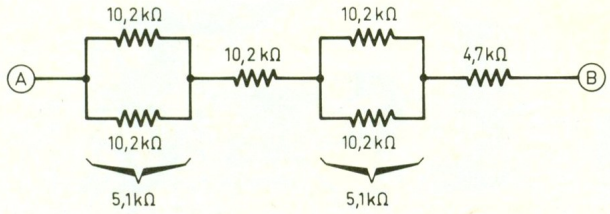


Schéma équivalent



R = 25,1kΩ ⟹ soit une variation de + 25,5 %

c) Liaison accidentelle entre fils

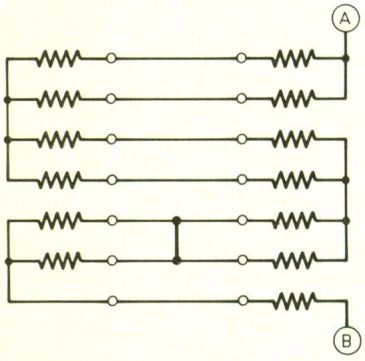
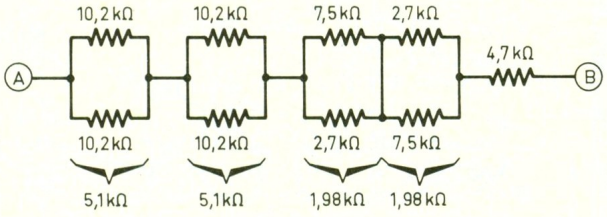


Schéma équivalent



R = 18,87kΩ ⟹ soit une variation de – 5,65 %

manière à obtenir des aller et retour entre les deux boîtiers. Le nombre de trajets à mettre en évidence est donc obligatoirement un nombre pair. La **figure 2** a illustré le groupement ainsi obtenu, à savoir quatre trajets, c'est-à-dire deux aller et retour. Les trois premiers « parcours » sont constitués de deux fils regroupés en parallèle par l'intermédiaire de quatre résistances, deux par extrémité. Le fil numéro 7 sert au retour.

Compte tenu des valeurs des résistances utilisées, une application des principes du calcul du groupement des résistances en série/parallèle montre que la valeur normale de la chaîne ainsi constituée est de 20 kΩ.

Examinons à présent le cas où il se produit une coupure. La **figure 2b** illustre cette situation. On constate un passage à 25,1 kΩ de la résistance de l'ensemble, ce qui représente un écart de l'ordre de + 25 % par rapport à la situation normale. On peut noter que cet écart se creuse encore davantage en cas de coupures simultanées de deux fils non voisins. La résistance peut même passer à l'infini en cas d'interruption de la continuité de deux fils voisins ou encore de la liaison numéro 7. En conclusion, on peut retenir qu'un ou plusieurs défauts de continuité se traduisent par une **augmentation sensible de la résistance ohmique** de la chaîne.

La **figure 2c** met en évidence un contact accidentel entre deux fils. Dans ce cas, le calcul montre un écart négatif par rapport à la valeur nominale de la résistance de – 5,6 %.

Le déséquilibre des valeurs des résistances d'extrémités du groupement de deux, fils voisins : 2,7 kΩ et 7,5 kΩ, est volontaire. En effet, si les valeurs de ces résistances étaient égales, il n'y aurait aucune différence de potentiel au niveau des deux conducteurs en question, et leur contact accidentel ne pourrait être mis en évidence. De même, et pour une raison identique, les résistances du boîtier auxiliaire sont nécessaires, toujours dans le but de créer des différences de niveau de potentiel entre fils voisins.

En définitive, tout contact accidentel entre fils de la ligne se traduit par une **diminution de la résistance ohmique de la chaîne.**

c) Mise en évidence d'une anomalie

La chaîne de mesure précédemment évoquée est incorporée dans un pont de résistances comportant en outre R_1 et R_3. La valeur de R_1, 12 kΩ, est relative-

3 *Voici la méthode d'utilisation du testeur suivant le nombre de fils à vérifier. On retrouve ce tableau sur le coffret.*

Nombre de fils à tester	Bornes à utiliser							Position de I	Résistance normale
	1	2	3	4	5	6	7		
2	X						X	F	14,9kΩ
3	X	X					X	F	9,8kΩ
4	X		X		X		X	Ø	35,3kΩ
5	X	X	X		X		X	Ø	30,2kΩ
6	X	X	X	X	X		X	Ø	25,1kΩ
7	X	X	X	X	X	X	X	Ø	20kΩ

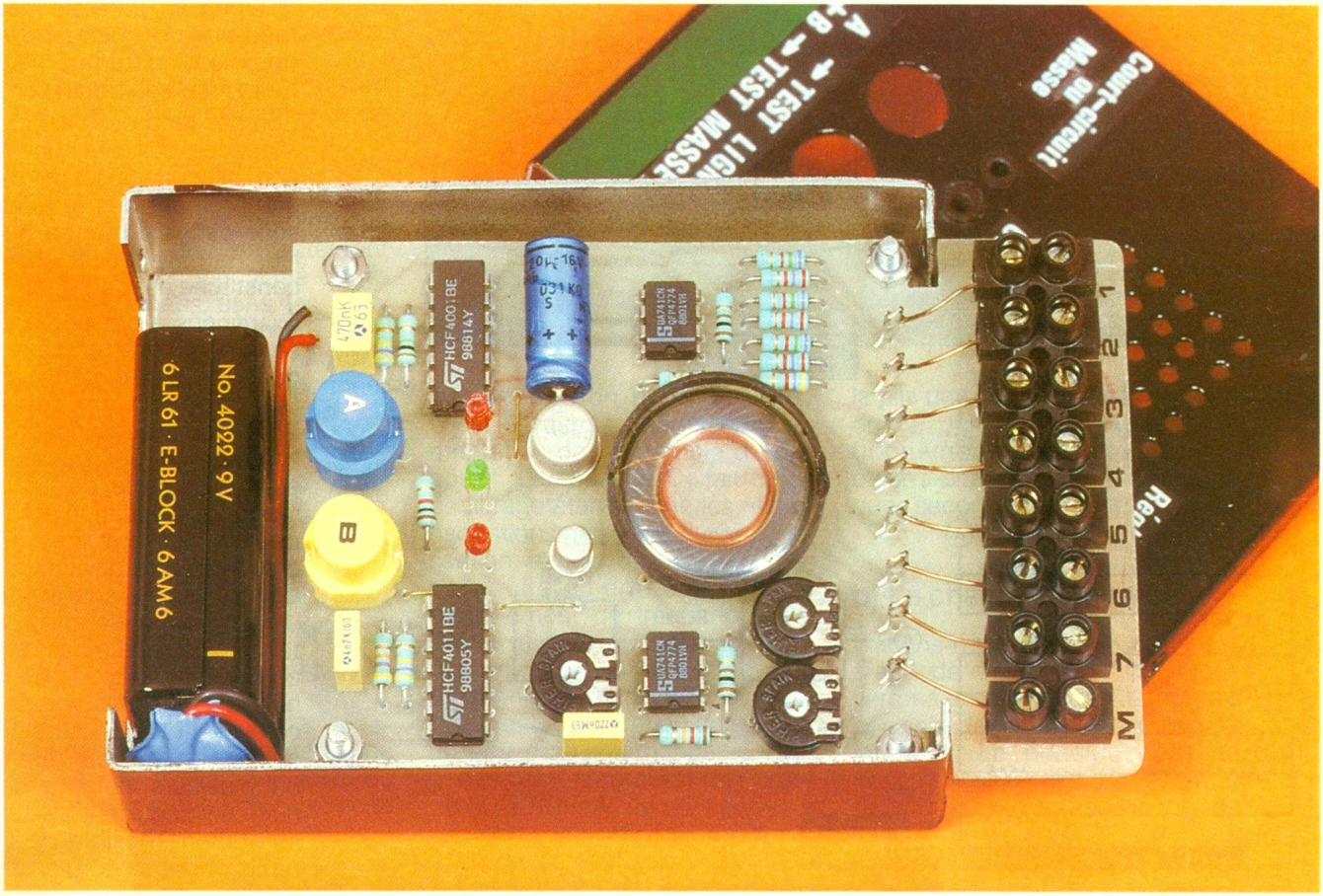


Photo 2. – Le module principal comporte sa pile d'alimentation 9 V miniature.

ment grande par rapport à celle de R_3 qui n'est que de 100 Ω. En situation normale, on relève ainsi à la jonction R_1/R_3, un potentiel de

$$9\ V \times \frac{20 + 0{,}1}{20 + 12 + 0{,}1}$$

$$= 9\ V\ \frac{20{,}1}{32{,}1} = 5{,}63\ V$$

Au niveau de la jonction R_3/pont de mesure, la valeur du potentiel est de :

$$9\ V \times \frac{20}{32{,}1} = 5{,}60\ V.$$

Le système constitué par R_2, R_4 et les ajustables A_1 et A_2 est tout à fait symétrique par rapport au précédent, une fois les curseurs des ajustables correctement positionnés. Il en résulte un potentiel de 5,63 V à la jonction R_2/R_4 et un potentiel de 5,60 V à la hauteur de la jonction R_4/A_1. Examinons à présent les deux amplificateurs opérationnels IC_1 et IC_2 qui sont des µA 741 montés en comparateurs de potentiel. La **figure 4** rappelle le fonctionnement d'un tel montage. Il convient de retenir les deux cas possibles en ce qui concerne la sortie d'un µA 741 :

– Le potentiel auquel est soumise l'entrée directe e^+ est supérieure à celui de l'entrée inverseuse e^- : la sortie présente un potentiel très voisin de la tension d'alimentation : c'est un niveau logique 1.

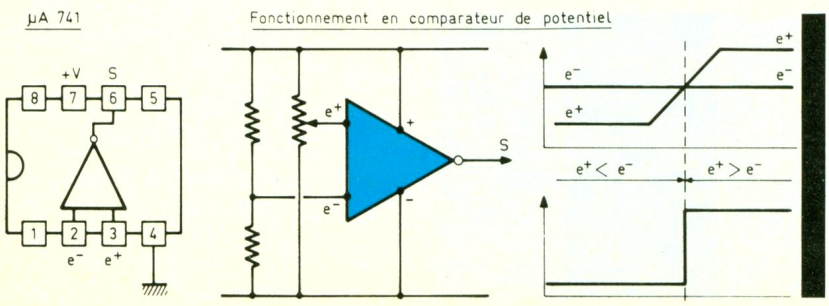
– Le potentiel e^+ est inférieur à celui de e^- ; la sortie présente un potentiel voisin de 0 V (à la tension de déchet près, qui est de l'ordre de 1,9 V) : c'est un niveau logique nul.

Compte tenu des branchements des entrées des deux IC sur les points particuliers du montage évoqués ci-dessus, on peut constater qu'en cas de situation normale, et pour les deux comparateurs, l'entrée c^- est soumise à un potentiel supérieur à celui de e^+. Il en résulte un état logique nul sur les sorties des deux IC.

Compte tenu de la règle de fonctionnement d'une porte NOR, on relève ainsi à la sortie de la porte NOR I de IC_3 un état haut, ce qui se traduit par un état bas sur la sortie de la porte inverseuse NOR II de IC_3. Par l'intermédiaire de R_{18} qui fait office de limitation de courant, la LED verte L_1 « situation normale » s'allume. En revanche, les sorties des portes inverseuses NAND I et II de IC_2 présentent toutes les deux un état haut, si bien que les LED rouges « défaut » sont éteintes.

4

Le 741 ci-contre est monté en comparateur de potentiel.



Passons à présent à l'examen des défauts.

1. Coupure

La résistance de la chaîne de mesure augmente dans des proportions assez importantes, si bien que les potentiels e^+ de IC_1 et e^- de IC_2 augmentent. Il en résulte :
– pour IC_1, l'inégalité $Ue^+ > Ue^-$, donc une sortie à l'état haut ;
– pour IC_2, l'inégalité $Ue^+ < U_e^-$: la sortie reste à l'état bas.
La sortie de la porte NOR I passe à l'état bas et celle de la porte NOR II à l'état haut : L_1 s'éteint.
La sortie de la porte NAND II passe à l'état bas et la LED rouge L_2 « coupure » s'allume.

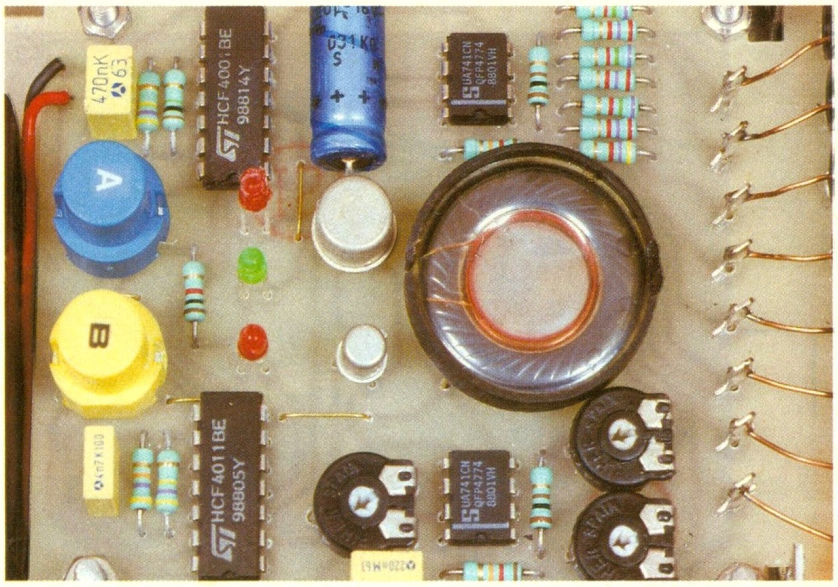
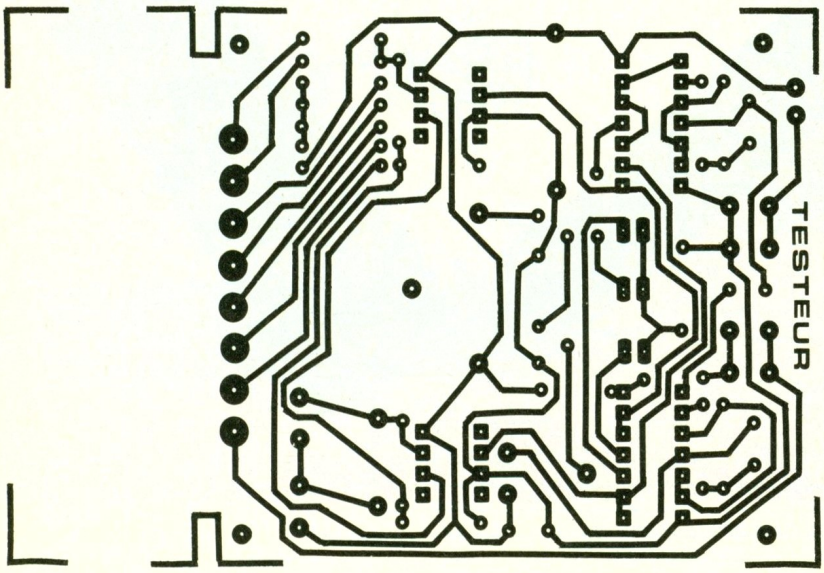
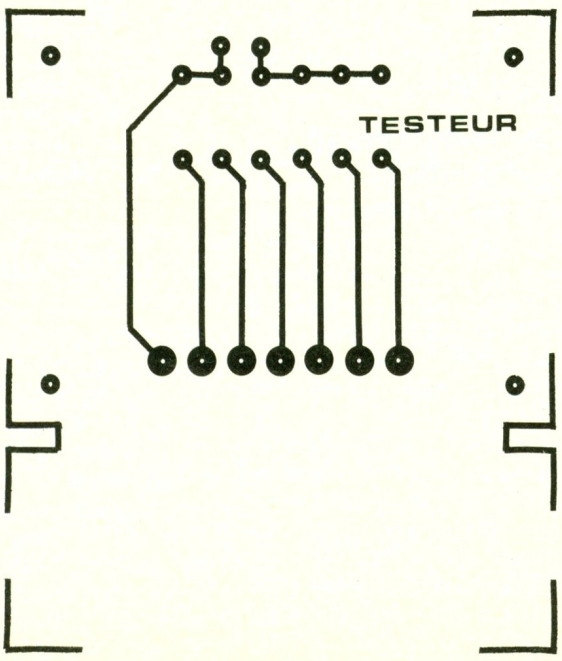


Photo 3. – Gros plan sur le haut-parleur 4/8 Ω de 28 mm de diamètre.

5

Le testeur fait appel en vérité à deux tracés de circuit imprimés publiés grandeur nature pour une reproduction plus facile.





2. Court-circuit entre fils

La résistance de la chaîne de mesure diminue et les potentiels e^+ de IC_1 et e^- de IC_2 diminuent. Le lecteur vérifiera sans peine que, dans ce cas, c'est la LED L_3 « court-circuit » qui s'allume.

Enfin, en appuyant également sur BP_2, on relie la polarité négative du montage à la masse du circuit à tester. Tout contact entre n'importe quel conducteur et la masse produit les mêmes effets qu'un court-circuit entre fils, et la LED L_3 s'allume encore. En fait, l'expérience montre que le dispositif détecte même les mauvaises résistances d'isolement par rapport à la masse. Le système déclenche en effet dès que cette résistance d'isolement tombe au-dessous de 15 à 20 kΩ.

d) Signalisation sonore

Du paragraphe précédent, il convient de retenir que la sortie de la porte NOR I :

– présente un état haut en situation normale ;

– présente un état haut en cas d'anomalie.

Les portes NOR III et IV constituent un multivibrateur commandé. Ce dernier est bloqué dans le cas de la situation normale. En effet, la sortie de la porte III présente un état bas, donc celle de la porte IV délivre un état haut permanent. Cet état haut attaque l'entrée de commande d'un second multivibrateur commandé, formé par les portes NAND III et IV de IC_2. Ce-

Photo 4. – L'autre boîtier ne renferme que des résistances.

lui-ci entre en oscillation. La fréquence des créneaux délivrés dépend de R_{22} et de C_4 : elle est de l'ordre de 2 kHz dans le cas présent, ce qui correspond à une fréquence audible musicale. Les transistors T_1 et T_2 sont montés en Darlington. Grâce au curseur de A_3, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante du potentiel des créneaux délivrés par le multivibrateur, ce qui permet de régler selon son désir la puissance sonore du son continu délivré dans ce cas par le haut-parleur.

En cas de détection d'une anomalie, la porte NOR I délivre un état bas, ce qui permet au multivibrateur NOR III et IV d'entrer en oscillation. Compte tenu des valeurs de R_{20} et de C_3, la fréquence des créneaux émis est beaucoup plus faible : de l'ordre de 2 Hz. Il en résulte le blocage périodique du multivibrateur NAND III et IV, ce qui a pour effet de générer au niveau du haut-parleur un bip-bip caractérisant une anomalie.

e) Test d'un câble comportant moins de sept fils

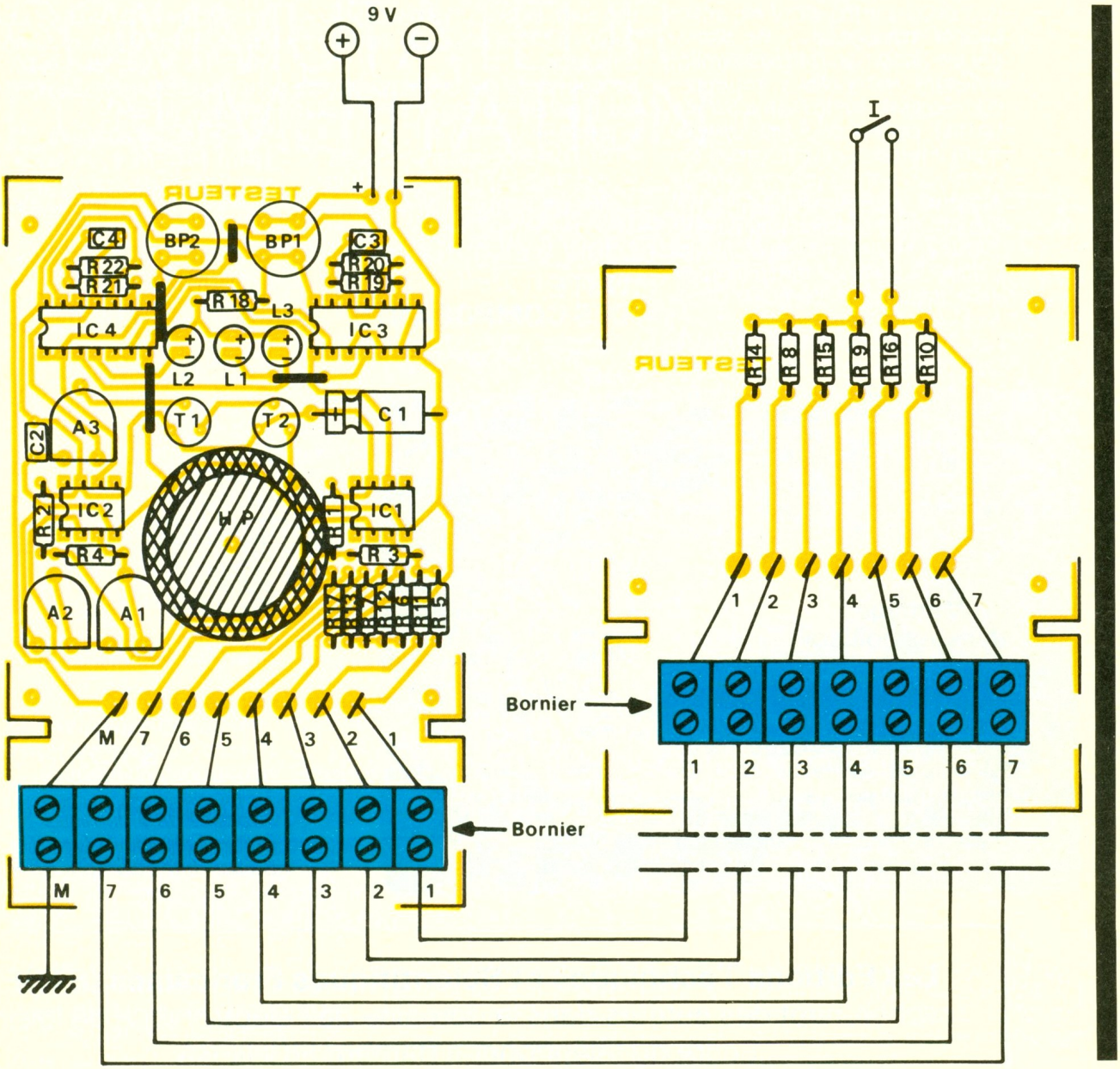
Le tableau de la **figure 3** indique ce qu'il convient de faire dans chaque cas. Le principe est simple ; il s'agit d'assurer, suivant les situations, des trajets courant simples, aller ou retour, en nombre pair.

Pour les cas de deux ou trois conducteurs, il est nécessaire de fermer l'interrupteur I du boîtier auxiliaire afin de réaliser les shuntages qui s'imposent. Bien entendu, dans chaque cas, il faut établir auparavant la situation normale de référence en agissant sur les curseurs des ajustables A_1 et A_2. L'ajustable A_1 constitue le potentiomètre d'approche tandis que A_2 sert à l'ajustement plus précis. La méthode de réglage est fort simple. Le curseur de A_2 sera d'abord placé sur sa position médiane. Ensuite, on tournera lentement le curseur de A_1 jusqu'à obtenir l'allumage de la LED verte L_1. Par la suite, on tourne le curseur de A_2 dans un sens, puis dans l'autre, pour définir dans chaque cas la position correspondant à l'extinction de L_1. Un bon réglage stabilisé est alors obtenu en plaçant le curseur de A_2 sur la bissectrice de l'angle formé par ces deux positions extrêmes où l'équilibre est rompu.

Naturellement, pour effectuer ces réglages, il est nécessaire de relier les deux boîtiers par des fils isolés de quelques centimètres

6

Du côté implantation des elements, la carte principale emploie quelques straps de liaison évitent d'avoir recours au circuit double face. Utilisation de très pratiques dominos.



de longueur aux bornes correspondantes, préconisées par le tableau de la **figure 3**.

III – LA REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 5)

Ils sont au nombre de deux : un premier module destiné au boîtier principal et un second module à l'intention du boîtier auxiliaire. Leur réalisation ne pose pas de problème particulier étant donné la relative simplicité de la configuration de leurs pistes. Une méthode à la portée de tous les amateurs consiste à appliquer directement, sur la face cuivre de l'époxy, les divers élements de transfert Mécanorma disponibles auprès des fournisseurs. Auparavant, on aura pris soin de dégraisser le cuivre, pour obtenir une bonne application. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer et un rinçage abondant, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains seront à agrandir à 1 ou 1,5 mm, suivant le diamètre des connexions des composants à implanter. Pour assurer au circuit imprimé une meilleure tenue mécanique et surtout chimique, l'auteur conseille d'étamer les pistes, directement au fer à souder.

b) Implantation des composants (fig. 6)

On procédera d'abord à la mise en place des quelques straps de liaison, qui peuvent d'ailleurs être constitués de fil de cuivre nu. Ensuite, ce sera le tour des résistances, des capacités et des transistors.

Après soudure des ajustables et des boutons-poussoirs, on implantera les trois LED de signalisation en tenant compte de la hauteur nécessaire des « pattes » afin de les faire aboutir à la surface du couvercle du boîtier. En dernier lieu, on implantera les circuits intégrés. Il va sans dire qu'il convient de veiller particulièrement à l'orientation des composants polarisés tels que transistors, capacité électrolytique, LED et surtout circuits intégrés. Toute erreur à ce niveau compromet totalement le fonctionnement du montage. Par ailleurs, lors de la soudure des broches

des circuits intégrés, il est absolument indispensable de ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur le même boîtier.
Le haut-parleur peut être directement immobilisé sur le circuit imprimé, par simple collage. Afin de diminuer un peu sa hauteur par rapport à la surface supérieure de l'époxy, il est conseillé de le « noyer » dans ce dernier après avoir pratiqué la découpe circulaire qui s'impose.
Les boutons-poussoirs sont du type de ceux que l'on peut directement souder sur circuit imprimé. C'est leur hauteur qui définit le positionnement vertical du circuit dans le boîtier, étant donné la nécessité de les faire dépasser de quelques millimètres, la surface du couvercle du boîtier.

c) Montage dans les boîtiers

Les modules en époxy sont caractérisés par une forme qui assure leur dépassement intentionnel des boîtiers. Cette partie dépassante servira de base de fixation, par collage, d'une rangée de dominos de raccordement destinés au branchement avec le circuit à tester. On prendra soin de bien marquer les numéros d'ordre pour une meilleure utilisation.
Le couvercle du boîtier principal est à percer de façon à ménager le passage :
- des deux boutons-poussoirs ;
- des trois LED de signalisation ;
- de deux trous d'accès aux ajustables à l'aide d'un tournevis.

Par ailleurs, en face du haut-parleur, il y a lieu de percer également quelques trous destinés au passage du son.
Sur le boîtier auxiliaire, l'interrupteur I peut être fixé sous le couvercle, également par collage.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

4 straps (1 horizontal, 3 verticaux)
R_1, R_2 : 2 × 12 kΩ (marron, rouge, orange)
R_3 et R_4 : 2 × 100 Ω (marron, noir, marron)
R_5 à R_{10} : 6 × 7,5 kΩ (violet, vert, rouge)
R_{11} à R_{16} : 6 × 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
R_{17} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{18} : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_{19} : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R_{20}, R_{21} : 2 × 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R_{22} : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

Ajustables à implantation horizontale, pas de 5,08 :
A_1 : 47 kΩ
A_2 : 47 kΩ
A_3 : 47 kΩ
L_1 : LED verte ø 3
L_2 et L_3 : 2 LED rouges ø 3
C_1 : 220 µF/10 V électrolytique
C_2 : 0,22 µF milfeuil
C_3 : 0,47 µF milfeuil
C_4 : 4,7 nF milfeuil
T_1 : transistor NPN BC 108, 109, 2N2222
T_2 : transistor NPN 2N1613, 1711
IC_1 et IC_2 : 2 µA 741, amplificateur opérationnel
IC_3 : CD 4001, 4 portes NOR à 2 entrées
IC_4 : CD 4011, 4 portes NAND à 2 entrées
HP : haut-parleur 4/8 Ω, ø 28
Pile 9 V
Coupleur de pile
Interrupteur à glissière
2 boutons-poussoirs (implantation sur circuit imprimé)
17 picots
1 rangée de 7 dominos
Boîtier Teko alu 100 × 70 × 28
Boîtier Retex alu 75 × 55 × 25

Les Editions Techniques et Scientifiques Françaises (ETSF)
recherchent des auteurs dans le domaine de l'électronique de loisirs
Ecrire ou téléphoner à Bernard FIGHIERA
2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris. Tél. : (1) 42.00.33.05.

MANUDAX M 80-20 A

Le nouveau multimètre 4000 points qui obéit automatiquement au doigt et à l'œil

AU DOIGT
Toutes les fonctions sont regroupées sur un clavier à touches ergonomiques y compris fréquencemètre et data hold.

A L'OEIL
Grâce à un display géant de 42 mm avec un affichage de 24 mm de haut
Précision 0,5 %
+ Forfait de port 30 F

790F

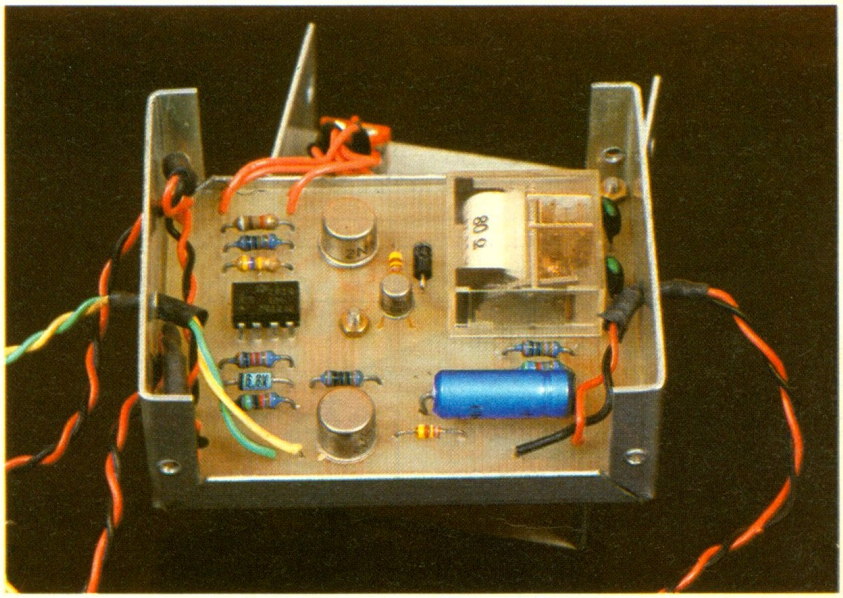
En vente chez :
ACER composants
42, rue de Chabrol,
75010 PARIS.
☎ 47.70.28.31
Télex 643 608

REUILLY composants
79, boulevard Diderot,
75012 PARIS
☎ 43.72.70.17
Télex 643 608

COMMUTATEUR D'ALIMENTATION

Il est souvent désagréable qu'un appareil à alimentation autonome soit désespérément hors d'état de servir, si, par étourderie, son alimentation (batterie ou pile) n'a pas été vérifiée avant utilisation.

Pour pallier à un tel désagrément, nous vous proposons une réalisation qui peut rendre service dans de nombreux cas. Nous pensons notamment aux amateurs de maquettes navigantes, qui pourront ramener à bon port leurs joyaux sans pour autant prendre un bain forcé.
Ceci n'est qu'un exemple. Rien n'empêche le futur utilisateur d'employer ce montage dans bien d'autres cas.



PRINCIPE

a) Généralités (fig. 1)

La source d'alimentation principale (batterie ou pile) qui alimente un appareil ou un montage est doublé, d'une alimentation secondaire de même type. La tension de la source principale est constamment surveillée par notre réalisation, et, dès que cette tension arrive au seuil fixé (baisse de tension), un relais commute l'alimentation secondaire, cette commutation étant signalée soit par témoin lumineux, soit par témoin sonore.

b) Principe de mesure (fig. 2)

La tension de la batterie ou pile de l'alimentation principale est envoyée à l'entrée d'un ampli opérationnel monté en comparateur à travers un diviseur de tension correspondant au seuil de commutation (Ve), tandis que son autre entrée est portée à une tension de référence (Vréf).
Tant que Ve est supérieur à Vréf, Vo est au niveau bas, le montage reste inactif. Si, au contraire, Ve est inférieur à Vréf, Vo est au niveau haut, et commande le relais ainsi que la signalisation.

La mesure consiste donc à comparer la tension d'alimentation à une référence en utilisant la propriété des amplis opérationnels qui permettent, pour une faible différence de tension Ve – Vréf, d'obtenir une grande excursion de Vo.

ELECTRONIQUE

a) Alimentation (fig. 3)

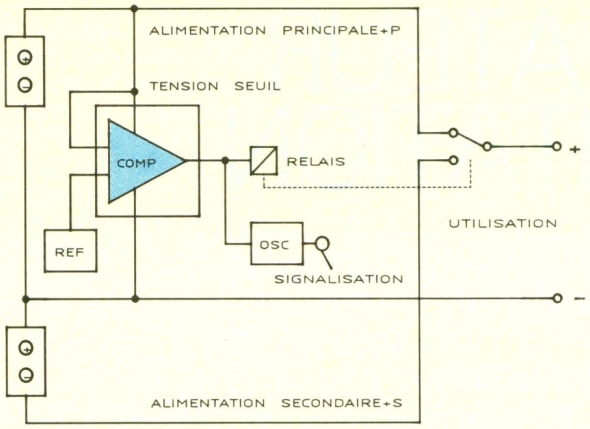
L'alimentation est assurée directement par celle du montage ou appareil sur lequel la réalisation est montée.
Sachant que certaines tensions sont plus couramment utilisées, comme le 9 V et le 12 V, il n'est pas impossible de pouvoir travailler avec des tensions inférieures ou supérieures, mais une mise en garde est à observer, quant à la tension d'alimentation des amplis opérationnels : pour une tension inférieure à 8 V, le 741 ne sera pas en mesure de travailler correctement, alors qu'avec 24 V il sera dans la limite, ± 15 V (soit 30 V) étant le maximum de ces caractéristiques.
Il restera le choix d'employer d'autres références d'amplis, en prenant soin de vérifier les caractéristiques des tensions d'alimentations minimales et maximales.

b) Comparateur

La tension de la source principale (12 V pour notre réalisation) alimente donc le montage, constitué principalement d'un très classique 741 monté en comparateur, dont l'entrée non inverseuse (Pin 3) reçoit par le diviseur de tension R_1,R_2 la tension de seuil au-dessous de laquelle IC_1 passe au niveau 1.
L'entrée inverseuse (Pin 2) est portée à une tension de référence par R_3 et Z_1 (Z_1 est égale à peu près à la demi-version d'alimentation), par l'intermédiaire de

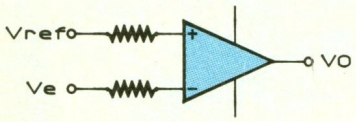
1

La tension de la source principale est constamment surveillée.



2

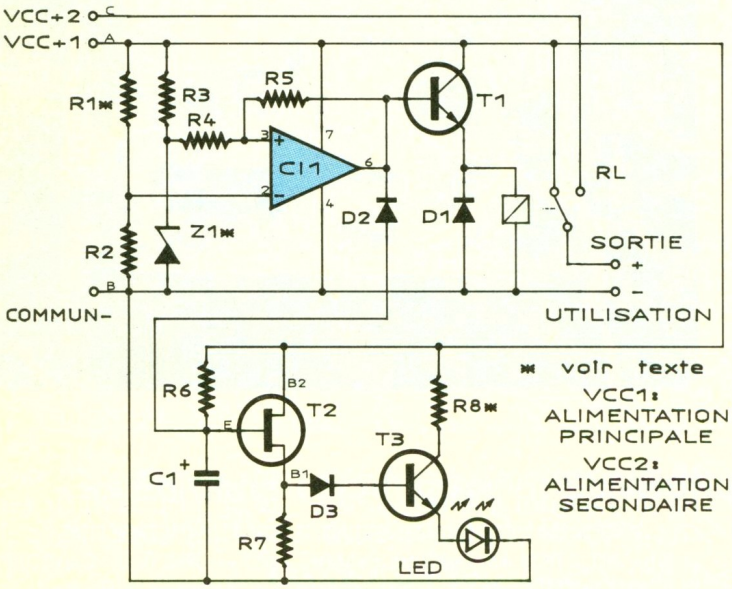
Utilisation d'un ampli OP monté en comparateur.



V ALIMENTATION	VO
SUPERIEUR A Vref	0
INFERIEUR A Vref	1

3

Schéma de principe complet qui fait, entre autres, appel à un UJT ; le comparateur, quant à lui, utilise un classique 741.



4

Tableau des valeurs suivant les tensions les plus courantes. Exemple de calcul pour 12 V : a) tension de seuil (Pin 2) = tension principale – 1 V ; b) tension de Z_1 = 1/2 tension principale.

Tension principale	Tension de seuil	Valeur Z_1	Valeur R_1	Valeur R_8
12 V	11 V	6,8	9,1 K	1 K
9 V	8 V	4,7	10 K	470
8 V	7 V	3,6	15 K	330

$$R_1 = R_2 \frac{\text{tension seuil} - (\text{différence entre tension seuil} - \text{tension } Z_1)}{\text{tension } Z_1}$$

$$\text{soit } R_1 = R_2 \frac{11\ V - (11\ V - 6{,}8\ V)}{6{,}8\ V}$$

$$\text{ou encore } R_1 = 15\ K \frac{4{,}2\ V}{6{,}8\ V}$$

Ce qui donne R_1 = 9 264 Ω, arrondis à 9,1 kΩ.

R_4, tandis que R_5 joue le rôle d'hystérésis pour éviter que T_1 ne soit conducteur au-dessous de la tension franche de basculement de IC_1, ceci afin d'assurer un collage franc du relais.

Tant que l'entrée inverseuse (Pin 2) est supérieure à 11 V (point médian de R_1-R_2), sortie de IC_1 reste au niveau bas. Si, au contraire, la tension chute franchement au-dessous de ce seuil, IC_1 passe au niveau haut, sa sortie, portée à sa tension d'alimentation, active la base de T_1 qui à son tour fait basculer RL sur la position travail, ce qui a pour conséquence de désolidariser la source d'alimentation principale alors que la source secondaire est mise en service.

Dans le même temps, la diode D_2, qui bloque le transistor unijonction T_2, libère ce dernier dont l'émetteur était à un seuil π insuffisant, C_1 se charge à travers R_6 et se décharge de E vers B_1, l'ensemble entre en oscillation, à l'émetteur de T_3 un signal carré est appliqué soit à une LED, soit à un buzzer.

REALISATION

a) Circuit imprimé (fig. 5)

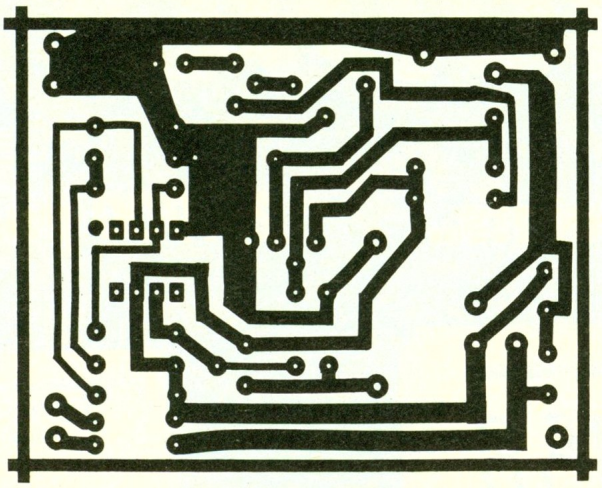
Suivant l'habitude de chacun, il peut être réalisé soit par transfert direct Mécanorma sur la face cuivre de l'époxy, soit par confection d'un mylar, et méthode photographique.

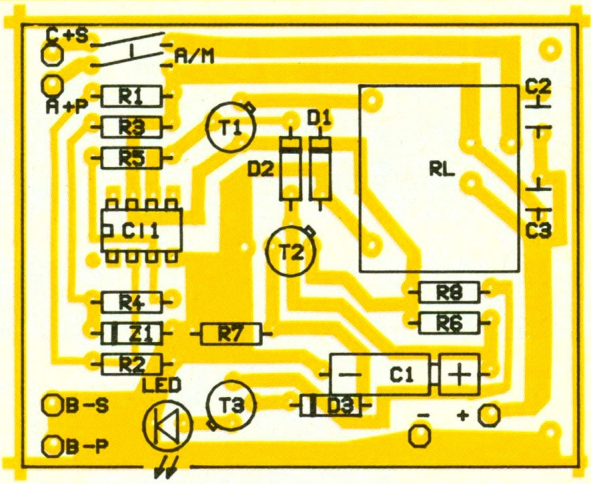
Quelle que soit la méthode, après gravure, tous les trous sont percés à 0,8 mm de diamètre, certains seront agrandis à 1,2 ou 1,3 mm pour les connexions relais, 2 mm pour les vis de fixation au boîtier. Il est conseilé d'étamer les pistes du circuit pour une meilleure protection de celles-ci ; cela donne également plus de résistance mécanique. Il est prévu, sur le circuit imprimé, des pastilles pour connecter un double inverseur de M/A.

b) Implantation des composants (fig. 6)

La pose des composants reste simple. Commencer par les plus faibles épaisseurs : diodes, résistances, condensateurs ; poursuivre par le circuit intégré, les transistors et enfin le relais ; terminer par les connexions par fils souples.

5-6 *Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments à l'échelle.*





Il est indispensable de veiller à la bonne orientation du circuit intégré, de la polarité des diodes et du chimique ainsi que des transistors.
Avant mise sous tension, vérifier, plutôt deux fois qu'une, toutes les soudures : ces dernières sont la cause de 90 % de non-fonctionnement ; éviter également les ponts de soudure. Le soin porté à ces vérifications est un gage de réussite.

c) Mise en boîtier

Le circuit imprimé est fixé par trois vis tête fraisée de 2 mm de diamètre avec écrous et entretoises de 5 mm de hauteur confectionnées dans du tube laiton 2,5 × 4 mm de diamètre. Le boîtier utilisé est un modèle TEKO en aluminium. Avant pose du circuit imprimé, effectuer les perçages des trous de passage des fils de connexions.

d) Réglage

S'il n'y a aucune erreur dans la pose des composants, dans les connexions et les soudures, le montage doit fonctionner du premier coup. Pour une vérification, il suffit de brancher les fils de la source principale sur une alimentation réglable, en jouant sur le réglage de la tension : le relais doit commuter à 1 V sous la tension choisie, le signal carré recueilli à l'émetteur de T_3 active une LED (attention à la valeur de R_8), ou un buzzer (voir schéma d'utilisation **fig. 7**).

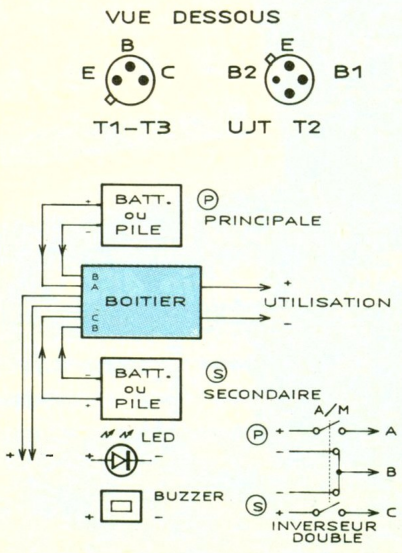
G. MARTIN

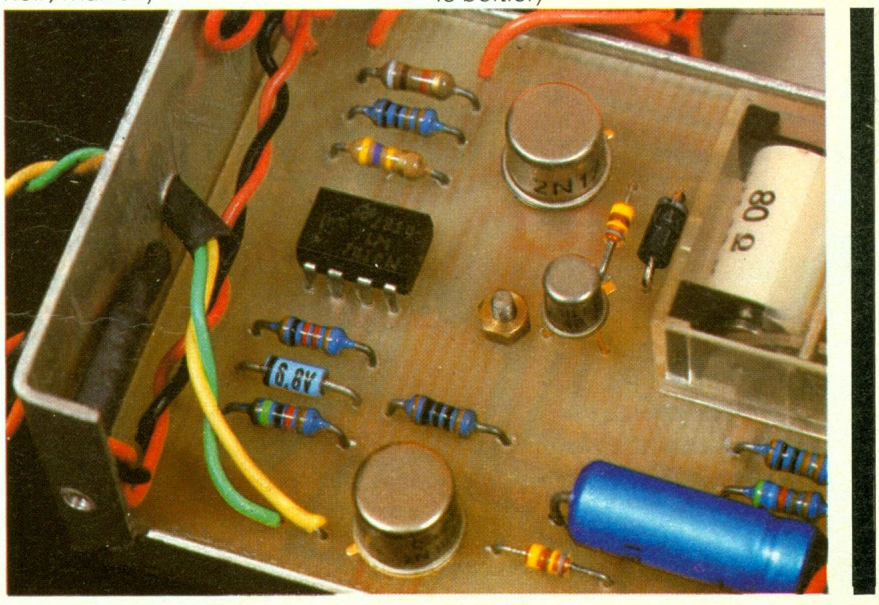
LISTE DES COMPOSANTS

R_1 (voir tableau) : 1/4 W 5 %
R_2 : 15 kΩ 1/4 W 5 % (marron, vert, orange)
R_3 : 1 kΩ 1/4 W 5 % (marron, noir, rouge)
R_4 : 10 kΩ 1/4 W 5 % (marron, noir, orange)
R_5 : 470 kΩ 1/4 W 5 % (jaune, violet, jaune)
R_6 : 5,6 kΩ 1/4 W 5 % (vert, bleu, rouge)
R_7 : 100 Ω 1/4 W 5 % (marron, noir, marron)
R_8 (voir tableau) : 1/4 W 5 %
Z_1 (voir tableau) : 500 mW
C_1 : 50 à 64 µF/25 V électrolytique
C_2, C_3 : 22 nF céramique 16 ou 32 V
D_1 : 1N4007
D_2, D_3 : 1N914, 1N4148
T_1 : 2N1711
T_2 : 2N2646 U.J.T.
T_3 : 2N1711, 2N1889
CI_1 : 741
RL : relais 1 INV, tension bobine suivant alimentation (9-12 V)
LED ø 3 ou 5 mm ou buzzer (ce dernier peut être incorporé dans le boîtier)

7

Brochages des composants et racordement de l'ensemble pour utilisation.





INITIATION Nº 4

Avant d'aborder la mise en œuvre de diodes, il est nécessaire de faire quelques compléments sur les relations associées à la charge ou décharge d'un condensateur, ce qui impose aussi une petite pause au niveau des exercices d'applications. On définira également les caractéristiques de la diode zener et quelques applications premières.

CALCUL DE CHARGE APPROFONDI (fig. 1)

Ce petit retour en arrière permettra, à tous ceux qui ont rangé au placard leur bosse des maths, d'apporter le complément mathématique nécessaire, bien que sortant un peu du cadre de la revue.

Prenons le schéma de charge élémentaire de la **figure 1a**. Au départ, initialement, donc à t = 0, on considère le condensateur déchargé, dont V_C = 0 V. Le condensateur va se charger (sa tension va croître) par la présence de la tension Vas et de la résistance R. Celle-ci définira la vitesse de croissance de V_C, tension aux bornes du condensateur. Une fonction mathématique exprime cette relation :

$V_C = V_{AS} . (1-e^{(-t/RC)})$

La courbe est donnée en **figure 1b**. Le générateur V_{AS} fixe la tension maximale qu'atteindra V_C, et ce pour un temps infini ; c'est la limite asymptotique de la courbe, d'où l'appellation V_{AS}.

Posons-nous un problème, pour compléter la méthode de calcul définie dans le volet 2 de cette série. Calculons t_1, temps pour lequel V_C varie de 0 V à 2 V, et t_2, pour lequel V_C varie de 0 V à 1 V. On calculera également t_3, temps pour lequel V_C varie de 1 V à 2 V, résultat que l'on pourra vérifier par les résultats précédents, car $t_3 = t_1 - t_2$.

Pour le calcul de t_1 et de t_2, on utilise l'équation de $V_C = f(t, R, V_{AS})$, après l'avoir modifiée sous la forme $t = f(V_C...)$. On utilise donc un développement mathématique :

$V_C = V_{AS} . (1-e^{(-t/RC)})$

$\Leftrightarrow (V_C - V_{AS}) - 1 = -e^{(-t/RC)}$

$\Leftrightarrow \ell n\,(1 - (V_C/V_{AS}) = \ell n\,(e^{(-t/RC)})$

$\Leftrightarrow -\ell n\,(1 - (V_C/V_{AS}) = t/RC$

$\Leftrightarrow \ell n\,(V_{AS}/(V_{AS} - V_C)) = t/RC$

$\Leftrightarrow (V_C/V_{AS}) = 1 - e^{(-t/RC)}$

$\Leftrightarrow 1 - (V_C/V_{AS}) = e^{(-t/RC)}$

$\Leftrightarrow \ell n\,(1 - (V_C/V_{AS}) = (-t/RC)$

$\Leftrightarrow \ell n\,(1/(1 - (V_C/V_{AS}))) = t/RC$

$\Leftrightarrow t = R . C . \ell n\,(V_{AS}/(V_{AS} - V_C))$

Pour le calcul, il suffit de remplacer V_C par la valeur désirée à l'instant t considéré. Ainsi :

$t_1 = R . C . \ell n\,(5/(5-2)) = 0{,}51 . R . C$

et $t_2 = R . C . \ell n\,(5/(5-1)) = 0{,}22 . R . C$

soit respectivement 51 mS et 22 mS. On en déduit déjà :

$t_3 = t_1 - t_2 = 29$ mS

ou $t_3 = 0{,}29 . R . C$

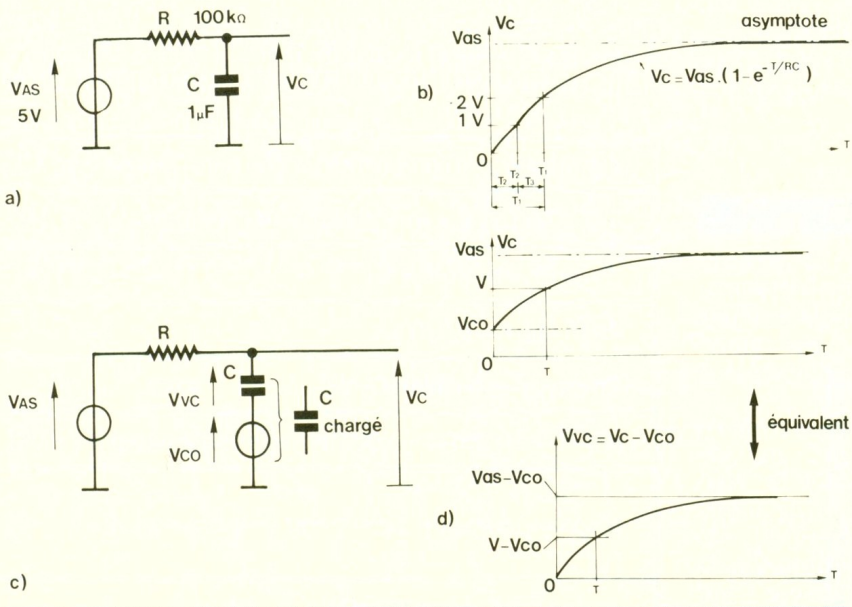
Vérifions le calcul de t_3 par la formule, tenant compte d'une charge initiale de C, soit :

$t = R . C . \ell n\,((V_{AS} - V_{CO})/(V_{AS} - V_C))$

$= R . C . \ell n\,((5 - 1)/(5 - 2))$

soit 0,29 . R . C.

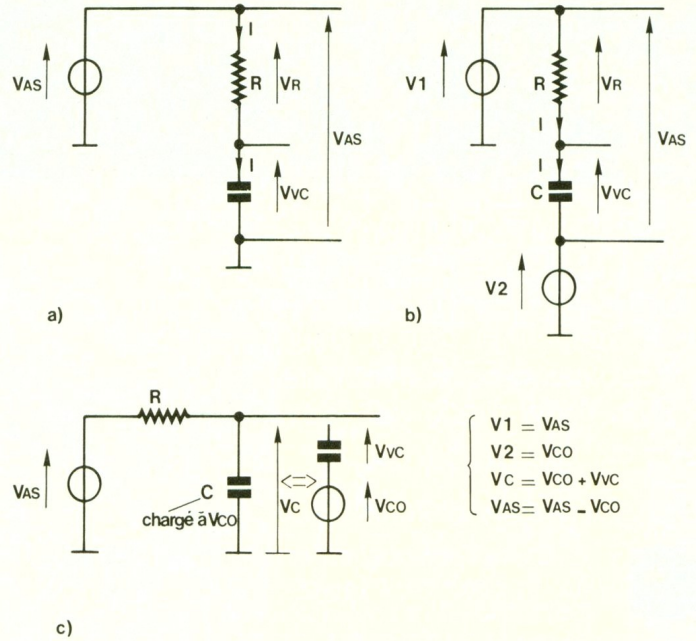
On trouve donc bien le même résultat. Voyons tout de même une autre manière d'envisager ce calcul, pour bien vous familiariser avec ces résultats. On se reporte au schéma de la **figure 1c**, qui est en fait le schéma équivalent du schéma original, et ce à l'instant t_2. Un considère donc ce nouveau schéma, comme le précédent, avec C initialement déchargé, donc V_{VC} = 0 V, mais V_C vaut V_{CO} à cause de la source de tension en série à V_{VC}, équivalent à la charge initiale de C à l'instant t_2. On se reporte aux deux graphes de la **figure 1d** ; alors il est



1 *Rappels théoriques sur le calcul de charge approfondi.*

2

Autre méthode de voir le calcul de V_{CO}.



clair que la tension maximale aux bornes de C soit égale à ($V_{AS} - V_{CO}$) et que la valeur maximale de V_C soit :

$(V_{VC} + V_{CO}) = (V_{AS} - V_{CO} + V_{CO}) = V_{AS}$.

A l'instant t, la charge de C ne sera plus V à l'instant donné, mais ($V - V_{CO}$). D'où la modification de la formule :

$V_{VC} = (V_{AS} - V_{CO}) \cdot (1 - e^{(-t/RC)})$

avec $V_{VC} = V_C - V_{CO}$

donc $(V_C - V_{CO}) = (V_{AS} - V_{CO}) \cdot (1 - e^{(-t/RC)})$

$\Leftrightarrow ((V_C - V_{CO})/(V_{AS} - V_{CO})) = (1 - e^{(-t/RC)})$

$\Leftrightarrow e^{(-t/RC)} = 1 - ((V_C - V_{CO})/(V_{AS} - V_{CO}))$

$= ((V_{AS} - V_{CO}) - (V_C - V_{CO}))/(V_{AS} - V_{CO})$

$\Leftrightarrow e^{(-t/RC)} = (V_{AS} - V_C)/(V_{AS} - V_{CO})$

$\Leftrightarrow -t = R \cdot C \cdot \ell n\,((V_{AS} - V_C)/(V_{AS} - V_{CO}))$

$= -R \cdot C \cdot \ell n\,((V_{AS} - V_{CO})/(V_{AS} - V_C))$

donc $t = R \cdot C \cdot \ell n\,((V_{AS} - V_{CO})/(V_{AS} - V_C))$, formule connue maintenant !

COMPLEMENT (fig. 2)

V_{CO} a dû vous intriguer dans la formule. Il y a aussi une autre méthode de voir ce calcul, et nous allons l'exposer, car il est important de pleinement maîtriser ce genre de calculs.

Prenons le montage initial de la **figure 2a.** Initialement C est déchargé, donc $V_{VC} = 0$ V (et R limite le courant dans C qui serait, en théorie, infini sinon !). Le condensateur C se charge par R (courant de charge I), avec pour asymptote V_{AS}. Si C se charge, I existe, alors V_{VC} augmente, et V_R diminue (et également I, d'où la relation exponentielle). Quand C est chargé, I = 0, donc $V_R = 0$ V et donc $V_{VC} = V_{AS}$, ceci après un temps relativement long (infini en théorie, en pratique entre 3 RC et 5 RC).

Ainsi, un condensateur déchargé est équivalent à un court-circuit (donc $V_{VC} = 0$ V), un courant le charge (V_{VC} croît), et s'il est chargé, il est équivalent à un circuit ouvert (I = 0) ou à un générateur de tension.

Il est donc clair d'analyser le cas plus général de la **figure 2b.** Si C est déchargé, $V_{VC} = 0$ V et $V_{AS} = V_1 - V_2$. Alors C se charge exponentiellement de $V_{VC} = 0$ V à V_{AS}. En transposant sur la **figure 2c**, on se place dans le cas d'un condensateur à charge non nulle à l'instant initial de sa charge (ou décharge), comme précédemment. V_C est donc égal à $V_2 + V_{VC}$, soit $V_{CO} + V_{VC}$ et $V_1 = Vas$. La tension V_{VC} évoluera de 0 V à $Vas - V_{CO}$, et donc $V_C = V_{CO} + V_{VC}$ évoluera de V_{CO} à Vas.

On a donc bien retrouvé les résultats précédents, mais pour différencier les deux approches, celle-ci serait plutôt intuitive (et il est intéressant d'avoir cette vision plus simple au stade de l'initiation. De plus, elle seule permet d'aller au bout du raisonnement rigoureux) alors que celle employée en **figure 1** serait plus rigoureuse par son raisonnement mathématique !

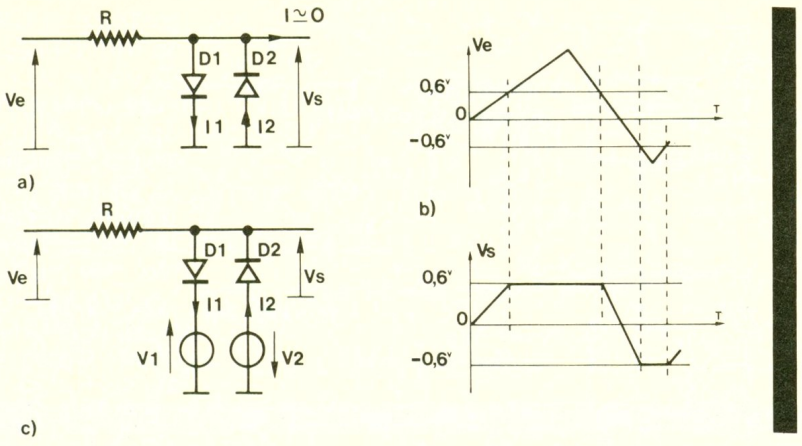
COMPLEMENTS MATHEMATIQUES (fig. 3)

Il est utile de rappeler quelques propriétés ou formules utilisées dans nos calculs qui nécessitent la rigueur mathématique. Le tableau de la **figure 3** rappelle les plus usuelles. Une remarque à propos de « a + b = c + d » :

Pour faire passer un terme de l'autre côté d'une égalité (ou du signe « = »), il faut en changer le signe quand les relations qui lient les termes sont des additions ou des soustractions. Ainsi « + d » devient « – d »... Quand les relations sont des multiplications, il faut utiliser la relation inverse, ainsi « .a » sera remplacé par « 1/a » (ou « a^{-1} »), et vice-versa.

Si vous utilisez votre calculatrice ou un micro-ordinateur, reportez-vous à sa notice pour connaître l'expression de la fonction expo-

$\ell n\,(a)$ = logarithme népérien de la variable a (ex. $\ell n\,(2) \simeq 0{,}7$)
$e^{(a)}$ = fonction exponentielle de la variable a (ex. $e^{(2)} \simeq 7{,}4$)
$\ell n\,(e^{(a)}) = e^{(\ell n(a))} = a$
$\ell n\,(1/a) = -\ell n\,(a)$
$\ell n\,(a \cdot b) = \ell n\,(a) + \ell n\,(b)$
$e^{(-t/RC)}$ = fonction exponentielle de la variable $(-t/R \cdot C)$
$a + b = c + d \Leftrightarrow a - d = c - b \Leftrightarrow a = c + d - b$
$a \cdot b = c \cdot d \Leftrightarrow a = (c \cdot d)/b$



4 *Ce montage a pour but de limiter l'amplitude de la tension de sortie Vs à des fins de protection.*

nentielle (usuellement EXP ; à différencier de 10^x, exposant en base 10, alors que EXP ou e^x est l'exposant en base e (2,71)) et logarithme népérien (ℓn ou LN ; à différencier de LOG, logarithme décimal).

ECRETAGE A DIODES (fig. 4)

Le rôle de ce montage est de limiter l'amplitude de la tension de sortie Vs, pour assurer généralement un rôle de protection. En dehors de cette limitation, la relation est linéaire et Vs = Ve. Comme les diodes ont un léger courant de fuite, il existera une faible chute de tension aux bornes de R, et Vs ne sera pas vraiment égal à Ve. Si cette erreur est gênante, il faudra utiliser des diodes à faible courant de fuite, comme les 1N3595 (appareils de mesure) !

On considère les diodes réelles, donc $V_D = 0,6$ V, et on en déduit l'équation des mailles, du schéma de la **figure 4a**, qui lie Vs et Ve, soit :

$Vs = Ve - R . (I + I_1 + I_2)$.

Si Ve = 0 V, D_1 et D_2 sont bloquées, $I_1 = I_2 = 0$ (elles sont équivalentes à un circuit ouvert). Donc Vs = Ve, car I = 0. Pour que D_1 conduise, il faut $Ve > V_{D1}$ et si D_1 conduit, Vs sera limité par la diode en conduction à $V_{D1} = + 0,6$ V. Pour que D_2 conduise, il faut $Ve < - V_{D2}$, et si D_2 conduit, Vs sera égal à $- V_{D2} = - 0,6$ V. L'amplitude de Vs est donc limitée dans ce cas à ± 0,6 V. En dehors de ces limites, D_1 et D_2 sont bloquées, et Vs = Ve. On utilisera, de préférence, ce montage pour des signaux de faible amplitude ($|Ve| \ll 6$ V). Les chronographes de la **figure 4b** complètent l'analyse et mettent bien en évidence la limitation obtenue.

Mais où est évacué le surplus de tension ? Dans R ! La maille définit $R = (|Ve_{max}|) - 0,6\ V)/I_D$. Par exemple, si Ve varie de – 10 V à + 20 V, $D_1 = D_2 = 1N4148$ ($I_{Dmax} = 60$ mA) ; on choisit $I_D = 5$ mA, donc $R = 20/0,005 = 4$ kΩ en théorie, et on prendra une 3,9 kΩ en pratique (valeur normalisée). Le montage supportera toutefois une surcharge :

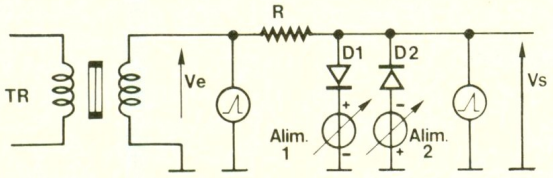
$Ve = 0,6\ V + (R . I_{Dmax})$
$= 0,6 + (3,9\ k . 60\ m)$
$= 234,6$ V

La variante de la **figure 4c** permet de modifier les valeurs des limites de la tension de sortie. D_1 conduira si $Ve > V_1 + V_{D1}$ et D_2 pour $Ve < - V_2 - V_{D2}$. La tension Vs sera comprise dans les limites $- V_2 - V_{D2}$ et $V_1 + V_{D1}$, il est donc possible d'obtenir une limitation dissymétrique. Par exemple, si $V_1 = + 5$ V et $V_2 = 0$ V, Vs sera limité entre – 0,6 V et + 5,6 V (cf. **fig. 6a**). Si $V_1 = V_2 = 0$ V, on retrouve les résultats précédents, ce qui est bien normal !

MISE EN ŒUVRE (fig. 5)

Ouf ! Il tardait de nous mettre à l'ouvrage ! On va donc vérifier le fonctionnement du montage précédent et approfondir nos connaissances théoriques par un relevé pratique et réel. Un transformateur permettra de générer un signal Ve variable entre deux valeurs positives et négatives. On utilise deux alimentations variables (à masses distinctes !) pour générer V_1 et V_2. L'oscilloscope permettra de vérifier les chronographes théoriques ; placé aux bornes de TR, il mesurera Ve et, en sortie, Vs. Les diodes sont des 1N400 x (1A), pour éviter leur destruction en cas de mauvaises manipulations, mais des 1N4148 pourraient convenir !

On fixera les alimentations à 20 V. Le signal Ve variera entre – 17 V et + 17 V environ (12 . V_2), qu'on mesurera à l'oscilloscope. (Si Ve > 18 V, on fixera les alimentations à 25 V). Dans ce cas, on a toujours Ve inférieur aux deux limites ± 20,6 V, donc Vs = Ve, ce qu'on visualisera aisément par la superposition des traces sur un oscilloscope bicourbe. Si on diminue la tension de l'alim 1, on limitera l'amplitude positive de Vs, car D_1 conduira ; de même, avec l'alim 2, on limitera l'amplitude négative. Vérifiez les cas alim 1 = + 5 V, alim. 2 = 0 V et alim 1 = alim 2 = 0 V...



R = 470Ω 1W
D1 = D2 = 1N4001 a 1N4007
TR = transformateur 220V / 12V
Alim. 1, 2 = variable de 0 à 20 V

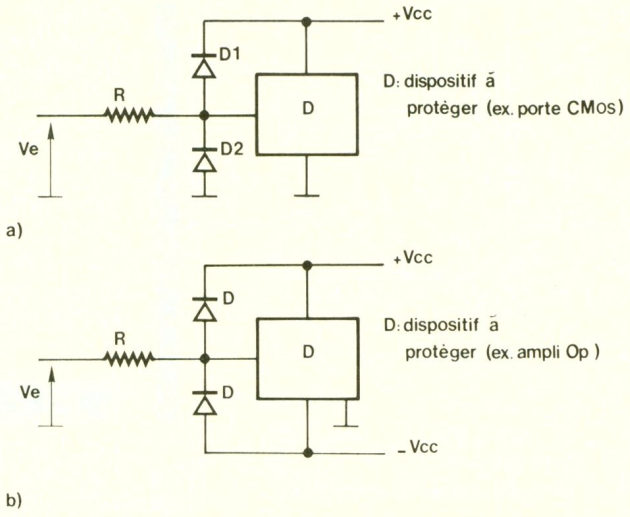
5 *Vérification du montage précédent. Les diodes 1N4000 servent de protection.*

APPLICATIONS (fig. 6)

En **figure 6a**, la première que vous rencontrez sur des entrées de montages utilisant des opérateurs logiques (CMOS...) ou analogiques, alimentés en monotension (0 V/+ V_{CC}). Le dispositif voit son entrée limitée entre – 0,6 V et V_{CC} + 0,6 V environ.

On notera que tous les circuits CMOS actuels présentent un tel réseau de protection équivalent

6 *Première application sur des entrées de montages utilisant des opérateurs logiques C.MOS alimentés en mono-tension.*



en entrée qui les protègent des surtensions, et tout particulièrement celles dues à l'électricité statique. Voici pourquoi on omet parfois le réseau de protection externe, mais il faudra, dans tous les cas, limiter le courant d'entrée de la porte CMOS à une valeur inférieure à 10 mA pour éviter un autre phénomène (« latch-up » = verrouillage à V_{DD} ou Vss que seule la coupure de l'alimentation peut interrompre !), et, dans ce cas, seule R subsistera.

En **figure 6b**, la protection de montages à alimentations doubles (symétriques ou dissymétriques). Dans le cas de l'exemple, la limitation agit à ± |(V_{CC} + 0,6 V)| environ.

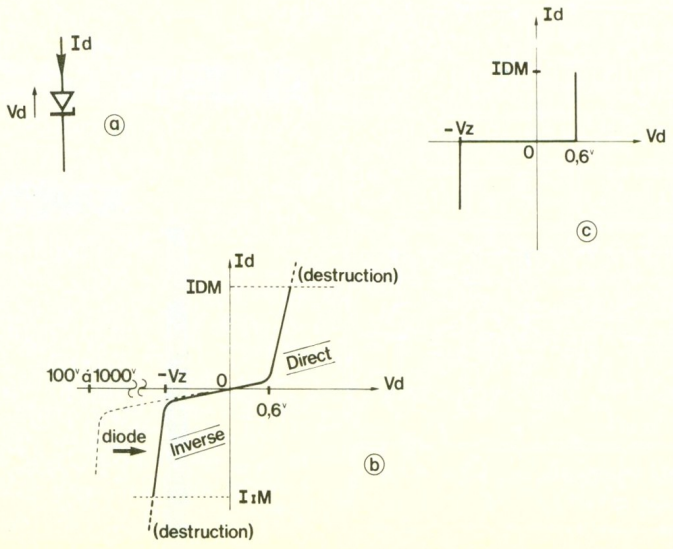
Une dernière remarque d'importance : tout dispositif voit son entrée limitée par la valeur de ses tensions d'alimentations. Seuls les circuits spéciaux (interfaçage...) font exception à la règle et il faudra dans ce cas se reporter à la documentation constructeur ! Il est d'ailleurs conseillé de s'y intéresser, si possible (car il n'est pas aisé de l'obtenir ! N'hésitez pas à demander une photocopie chez votre distributeur habituel), quel que soit le circuit, si ce n'est à titre documentaire ou pour se familiariser avec lui !

DIODE ZENER (fig. 7)

On définit la caractéristique d'un nouvel élément semi-conducteur, la diode zener. Quelle différence avec une diode classique ? Une diode classique est soit bloquée, soit passante, selon sa polarisation (inverse ou directe). En inverse, on est limité uniquement par la tension de claquage qui impose le choix de la diode, tension au-delà de laquelle la diode est détruite. Une zener est une diode dont on a volontairement limité cette tension de claquage à une valeur beaucoup plus faible. Cette tension s'appelle désormais tension de zener et est notée Vz. Contrairement à une diode classique, on emploiera la zener principalement en inverse, pour bénéficier de cette tension Vz, car sa particularité est d'être plus ou moins stable, selon le courant I_D, comme d'ailleurs la tension en direct. La zener sera donc utilisée en stabilisation de tension. Les valeurs usuelles, normalisées, s'échelonnent de 2,7 V à 75 V (270 V pour les modèles 2,3 W, 3,5 W et 6 W ! – montages spéciaux HT !), avec les plus courantes : 5,1 V, 5,6 V, 6,2 V, 9,1 V, 10 V, 12 V, 15 V, 18 V, 20 V, 24 V, en 0,4 W ou 0,5 W, 1 W et 1,3 W. Les plus stables en température sont celles proches de 5,6 V.

La **figure 7a** rappelle le symbole et les conventions de flèchage des paramètres V_D et I_D. La **figure 7b** définit la caractéristique réelle $I_D = f(V_D)$, comme pour la diode. On évitera de dépasser les courants limites I_{DM} et I_{IM}, valeurs définies par P/V_D ou P/Vz, respectivement avec P, puissance de la zener. Ainsi une zener de 5,6 V 1 W acceptera 1,6 A en direct et 180 mA en inverse. On reviendra sur ce type de calcul en **figure 9**. Si I_D varie de 1 mA à sa valeur maximale, la variation de V_D est faible et souvent négligeable. Toutefois si $I_D < 1$ mA, on peut se trouver dans le coude de la zener (inverse) ou de la diode (direct) et V_D n'est plus constante. Dans la plupart des cas, pour simplifier l'étude théorique, on assimilera la caractéristique à celle idéalisée de la **figure 7c**. Parfois même, on considérera la tension en mode direct nulle.

7 *Contrairement à une diode classique, on emploiera la zener, principalement en inverse, pour bénéficier de cette tension Vz.*

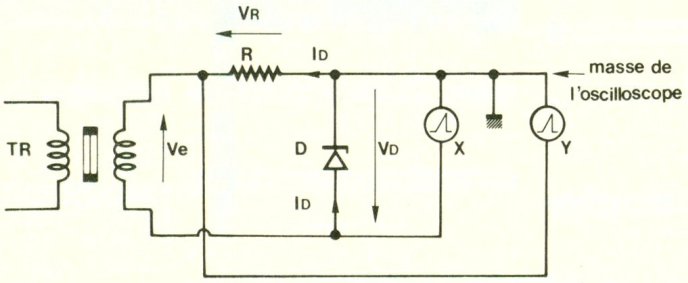


MISE EN ŒUVRE (fig. 8)

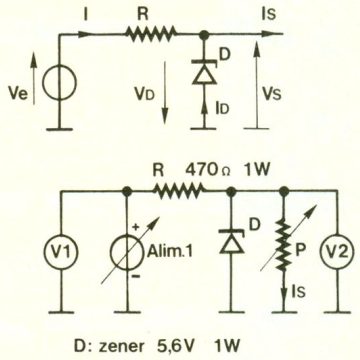
Pour l'instant, le plus intéressant est le relevé de $I_D = f(V_D)$. On utilise le schéma de la **figure 8**, qui pourra d'ailleurs être utilisé comme un traceur de caractéristiques simple, de diodes ou de zeners. Pour visualiser cette caractéristique sur l'oscilloscope, il faut affecter la voie X au signal V_D et la voie Y au signal I_D. Pour relever une variation de I_D et de V_D, il faut polariser la zener par un générateur de tension variable, en

8 *Mise en œuvre : le montage s'utilisera comme un traceur de caractéristiques simple de diodes ou de zeners.*

9 *Emploi préférentiel de la zener.*



TR : transformateur 220V / 12V
R : 470 Ω 1W
D : zener 5,6V 1W



D: zener 5,6V 1W

l'occurrence un transformateur TR (Ve) avec une résistance de polarisation R qui limitera I_{Dmax} (à environ Ve . $\sqrt{2}$/R, 36 mA pour l'exemple). La tension de zener étant la plus élevée, il faut que Ve maximum (crête) soit supérieur à Vz. Pas de problèmes dans cette manipulation. Si vous utilisez ce montage comme traceur universel, il faut que Ve . $\sqrt{2}$ soit supérieur à la tension Vz de la zener la plus élevée en votre possession. Pour mesurer I_D, on mesure en fait V_R, tension aux bornes de R, qui, après division par la valeur de R, donnera la valeur de I (autre possibilité : retoucher les calibres variables de voies de l'oscilloscope pour obtenir une lecture directe du courant !). Attention, la particularité du montage réside en la connexion de la masse de l'oscilloscope au point commun R et D, pour obtenir une mesure correcte de V_D et de I_D. Alors, attention si votre transformateur a une borne reliée à la masse !

EMPLOI PREFERENTIEL DE LA ZENER (fig. 9)

Quel emploi réserve-t-on à une zener ? La régulation en tension ! En effet, pour des variations faibles de I_D, la tension Vz reste relativement stable. Il en était de même pour la diode, mais la tension était fixée par le semiconducteur à environ 0,6 V. Dans les applications de la revue, on considérera que cette tension constante est égale à Vz. Pour exploiter Vz, il faut polariser la diode zener en inverse. Si Ve > 0 V, la diode est donc polarisée en inverse, à sa tension de zener si Ve > Vz, alors Vs = – V_D = Vz. Si la tension Ve n'est pas constante, mais reste supérieure à Vz, alors Vs reste constante grâce à la zener. En revanche, si Ve < Vz, alors la zener est bloquée (même en inverse !) et Vs = Ve.

Pour la polariser correctement, il suffit de savoir définir R. On considère la régulation en tension correcte, et donc Vz stable et, par là même, Vs si Is, courant exploité par la charge en sortie, est très inférieur à I_D. On considère en pratique Is inférieur à (I_D/10). Si tel est le cas, alors on peut négliger Is. Sinon, la stabilité de la tension Vs sera mauvaise et il faudra se tourner vers un autre montage, qu'on découvrira prochainement. Ve est supérieur à Vz, la zener sera toujours polarisée en inverse ; elle acceptera donc un courant I_D maximum égal à P/Vz, avec P = puissance de la zener et Vz = tension de zener (valeur normalisée). Les zeners courantes ont une puissance de 0,4 W, 1 W ou 1,3 W. Le calcul de R nécessite un double calcul pour définir la fourchette dans laquelle on va choisir R. Ainsi, R_{min} = (Ve – Vz)/I_{Dmax}. La valeur maximale de R, R_{max} = (Ve – Vz)/ I_{Dmin}, avec I_{Dmin} défini par I_D > (10 . Is), soit R_{max} = (Ve – Vz)/(10 . Is). Si Ve varie, il faudra tenir compte de sa valeur minimale, soit Ve_{min}, qui doit être supérieure à Vz. La puissance de R sera définie par le carré de la tension à ses bornes, divisé par la valeur normalisée de R, soit P_R = $(Ve - Vz)^2$/R (avec Ve, valeur maximale si elle n'est pas constante).

Par exemple, si Ve = 25 V, D = zener 10 V 0,4 W et Is = 2 mA ; alors, I_{Dmax} = 0,4/10 = 40 mA et R_{min} = (25 – 10)/0,04 = 375 Ω, R_{max} = (25 – 10)/(20 . 0,002) = 750 Ω. On pourra choisir R = 680 Ω pour limiter le courant I_D inutile. Sa puissance sera de $(25 - 10)^2$/680 = 0,33 W. Une 1/2 W conviendra, mais la marge est faible, alors déjà plutôt une résistance de 1 W. Mais si Ve varie de 16 V à 30 V, alors R_{min} = (16 – 10)/0,04 = 150 Ω, R_{max} = (16 – 10)/0,02 = 300 Ω, on choisira par exemple 270 Ω, alors P_R = $(30 - 10)^2$/270 = 1,5 W, soit une résistance de 2 W. On remarque que les résistances de puissance sont à nouveau à l'honneur, mais plus pour longtemps !...

Autre exemple : D = 5,6 V 1 W, R = 470 Ω 1 W ; quel sera alors Ve_{max} ? Quel sera le courant Is_{max} disponible ? Le courant maximal dans R vaut :

$I_R = \sqrt{(P/R)} = \sqrt{(1/470)} = 46$ mA

et $Ve_{max} = Vz + \sqrt{(P \cdot R)} = 5,6 + \sqrt{(1 \cdot 470)}$

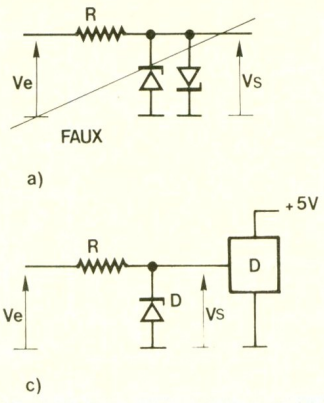
= 27,2 V environ

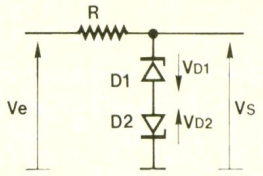
Le courant Is_{max} doit être inférieur à 1/10 de I_D, donc I_R/11 = 4,2 mA environ. Ces caractéristiques sont intéressantes, car on passe à la mise en œuvre de ce montage en **figure 9b**, en conservant les mêmes valeurs. On sait maintenant que l'alim 1 pourra varier de 0 V à 25 V, sans détruire R ou D. V_1 permettra la mesure précise de l'alim 1 et V_2 la tension de sortie.

En faisant varier P (boîte à décades ou potentiomètre 10 kB – log –), on varie Is. On vérifiera que la tension est presque stable et égale environ à Vz, en faisant varier l'alim 1 de 5,6 V à 25 V. De même, vous pourrez constater la stabilité de Vs, selon la valeur de Is et de P. La valeur de Is sera déduite en faisant Vs/R ou plus simplement en insérant un ampèremètre en série avec P. Il est possible de faire un relevé précis point par point et de tracer les courbes Vs = f(Ve) avec P = infini et Vs = f(P,Is), qui vous permettront d'évaluer les qualités de la régulation en tension. On l'exprime en pourcentage, soit Δ Vs/Δ Ve . 100 (%). Plus la valeur est faible, meilleure est la régulation ! Vous verrez chuter Vs sous 5,6 V pour Is > 4 mA environ. Il vous

10

La zener permet de s'affranchir des deux tensions V_1 et V_2, mais l'association est différente.





sera aisé de modifier ce montage pour d'autres éléments D, R ou alim 1, d'après l'analyse théorique.

ECRETEUR A ZENERS
(fig. 10)

C'est une variante du montage de la **figure 4c**. La zener permettra de s'affranchir des deux tensions V_1 et V_2. Mais, attention, l'association est différente ! Non pas en parallèle comme en **figure 10a**, car Vs sera limitée à ± 0,6 V, tension directe des zeners. En effet, dans chacun des cas, une zener conduit, V_D étant inférieure à Vz.

Il faut donc les associer en série, comme en **figure 10b**. Si Ve > 0 V, D_1 sera polarisée en inverse et D_2 en direct. Le seuil et tension d'écrêtage de Vs sera donc $Vz_1 + V_{D2}$. Si Ve < 0 V, D_1 est en inverse, D_2 en direct et Vs est limité, en valeur négative, à $- V_{D1} - Vz_2$. Il suffira de choisir correctement les diodes zeners dans l'application envisagée !

Ainsi, si on désire limiter Vs dans la fourchette – 6,2 V/+ 12,6 V, on choisira D_1, zener de 12 V et D_2 zener de 5,6 V. On calculera R selon l'amplitude de Ve et le courant maximal dans les zeners, déduit de la puissance de ces zeners (cf. calculs précédents).

En **figure 10c**, on a une variante ! Si on veut se limiter à – 0,6 V/ + 5,6 V, on en déduit D_1 zener 5,6 V mais avec une tension directe de 0 V. Or, dans ce cas, une seule zener suffit. Elle limitera Vs par sa caractéristique, donc – 0,6 V et Vz, soit D zener de 5,6 V. Ce montage conviendra aussi bien que celui de la **figure 6a** pour une alimentation de 5 V. Si V_{CC} = 12 V, on choisira une zener de 12 V, et quel que soit V_{CC}, une valeur Vz proche de V_{CC} conviendra, et ce pour une alimentation monotension uniquement ! Pour le calcul de R, on se ramène à une simple régulation zener, comme en **figure 9**.

Nous voici à la fin de ce quatrième volet. N'hésitez pas à écrire à la revue pour faire part de vos problèmes, quitte à compléter un chapitre qui aurait pu me sembler suffisamment clair ou qui vous apporte d'autres problèmes que ceux mentionnés. Dans le prochain volet, nous décortiquerons les portes logiques à diodes, les circuits intégrateurs et différentiateurs (à réseau RC, RCD), et compléterons l'analyse par de nombreux exercices.

P. WALLERICH

CATALOGUE CDA 1989

La société CDA, « Construction d'Appareillage », s'affirme comme l'un des tout premiers constructeurs français d'appareils de mesures électriques et électroniques. L'artisan, l'industriel et l'enseignant trouveront dans le catalogue CDA 89 les produits adaptés à leurs besoins.

La sortie du Man'x Top peut être qualifiée de révolutionnaire : c'est le seul multimètre numérique et analogique antichoc du marché pour un prix extrêmement compétitif.

Les autres innovations au catalogue CDA 89 :

- Pour la prestigieuse série Man'x (8 modèles)
  - Le Man'x 04B, boîtier résistant aux hydrocarbures et cadran photoluminescent.
  - Le Man'x 102, la version économique pour tous.
- Pour la gamme laboratoire-enseignement
  - Le générateur CDA 9020, de 0,2 Hz à 2 MHz.
  - Les Manip A et V, ampèremètre et voltmètre en boîtier Man'x.
- Pour les pinces ampèremétriques (plus de 20 modèles)
  - La série D, 9 modèles jusqu'à 1 000 A, 2 000 A et 3 000 A, sortie 1A ou 5A, mono ou tri-calibres.

CDA propose aussi :

- Des contrôleurs spécialisés (mégohmmètre, résistance de terre...).
- Le système Canam (mesure de bruit, éclairement, humidité, température...).
- Des boîtes de résistance, alimentations stabilisées, oscilloscope, stroboscope-tachymètre...
- De nombreux accessoires pour extension de mesure.

CDA, 5, rue du square Carpeaux, 75018 Paris. Tél. : (1) 46.27.52.50.

LA PAGE DU COURRIER

Le service du Courrier des Lecteurs d'Electronique Pratique est ouvert à tous et est entièrement gratuit. Les questions d'« intérêt commun » feront l'objet d'une réponse par l'intermédiaire de la revue. Il sera répondu aux autres questions par des réponses directes et personnelles dans les limites du temps qui nous est imparti.

COLLABORATION DES LECTEURS - Tous les lecteurs ont la possibilité de collaborer à « Electronique Pratique ». Il suffit pour cela de nous faire parvenir la description technique et surtout pratique d'un montage personnel ou bien de nous communiquer les résultats de l'amélioration que vous avez apportée à un montage déjà publié par nos soins (fournir schéma de principe et réalisation pratique dessinés au crayon à main levée). Les articles publiés seront rétribués au tarif en vigueur de la revue.

PETITES ANNONCES - 38 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises - Supplément de 38 F pour domiciliation à la Revue - 48 F pour encadrement de l'annonce.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois à la Société AUXILIAIRE DE PUBLICITE (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

TRANSMISSION AUDIO
Numéro 121, page 83

Dans la liste des composants il manquait les valeurs suivantes :
R16 - R17 = 1 MΩ (marron, noir, vert)
R18 - R19 = 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R20 = 470 Ω (jaune, violet, marron)
R21 = 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)

INITIATION (2e partie)
Numéro 122, page 123

Sur les exercices de la **figure 11**, en b, C est placé en parallèle à Vs et non en série, de plus la référence C manque.

ALIMENTATION STABILISÉE LABO 14
Numéro 123, page 88

L'alimentation stabilisée en question fait appel à deux circuits intégrés. Sur le schéma de principe de la **figure 1** le circuit intégré CI_1 LM 117 convient tout comme un LM 317 mais en revanche pour CI_2 mentionné LM 317, il s'agit d'une erreur. Il fallait lire LM 337 sur le schéma et dans la liste des composants.

COMPTE-TOURS A RAMPE DE LED
Numéro 123, page 100

Sur le schéma de principe de la **figure 1**, deux erreurs apparaissent au niveau des diodes D_6 et D_7. La diode D_6 a été placée à l'envers tandis que la diode D_7 doit se situer l'anode à la masse et la cathode à la base de T_2. L'implantation et le tracé du circuit imprimé sont bons.

Photocomposition :
ALGAPRINT - 75020 PARIS
Distribution :
S.A.E.M. TRANSPORT PRESSE
Le Directeur de la publication :
M. SCHOCK

DEPOT LEGAL
MARS 1989
N° D'EDITEUR 1114

Copyright © 1989
Société des PUBLICATIONS
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES

© *La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.*
Toute demande à autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

Direction de la Publication : M. SCHOCK. - Imprimeur : LA HAYE-MUREAUX
Commission paritaire 60165.

Petites Annonces

COMMENT DEVENIR RADIO AMATEUR
Grâce à une méthode étonnante.
Doc. sur demande à :
Philippe GEORGES EDITIONS
BP 176 - LES ROLES
21205 BEAUNE

RECHERCHE ELECTRONICIEN
avec BTS ou équivalent.
Envoyer C.V. ou téléphoner au
38.67.09.78
Société CASADEI
96, avenue de la République
45000 GIEN

BREVETEZ VOUS-MÊME VOS INVENTIONS
Grâce à notre Guide complet, vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros, mais pour cela il faut les breveter. Demandez la notice 78 « **Comment faire breveter ses inventions** » contre 2 timbres à :
ROPA
BP 41 - 62101 CALAIS

NOUVEAUX COFFRETS PLASTIQUES 1073 TRANSPARENTS FLUO
Blanc - Gris - Noir - 100 x 70 x 30.
Détaillants, contactez :
DIPTAL
01410 CHEZERY
Tél. : 50.56.94.97
Fax : 50.56.95.17

A VENDRE FONDS DE COMMERCE DE COMPOSANTS ELECTRONIQUES
(HP - CB - KIT - LIBRAIRIE - OUTILLAGE - MESURE...)
● Installé depuis 6 ans ● Région Centre ● Ville de 70 000 habitants ● Bail : reste 5 ans ● Prix du fonds : **450 000 F** + stock éventuel
POUR TOUS RENSEIGNEMENTS :
54.22.46.92

IMPRELEC
B.P. 5 - 74550 PERRIGNIER
Tél. : **50.72.46.26**
Réalise vos C.I. (étamés, percés) sur V.E. : 30 F/dm² en S.F.
40 F/dm² en D.F., métallisation par œillets. Délais rapides. Qualité professionnelle. Chèque à la commande + 12 F de frais de port.

Appareils de mesures électroniques d'occasion. Achat et vente.
HFC AUDIOVISUEL
Tour de l'Europe - 68100 MULHOUSE
Tél. : **89.45.52.11**

Répertoire des Annonceurs

ABONNEMENT 34
ACER .... 3, 94, 110, 130 + IIe et IIIe couv.
AG ELECTRONIQUE 5
ARQUIE COMPOSANTS 121
BLANC MECA ELECTRONIQUE 111
C.D.A. 114
CENTRE ETUDES 124
CENTRAD 64
CIBOTRONIC 35
CIF 19
COMELEC 124
COMPTOIR DU LANGUEDOC 31
CRELEC 104
CYCLADES (LES) 37
DECOCK ELECTRONIQUE 83
DEPOT ELECTRONIQUE (LE) (RETEX) . 7, 124
DIFECO 7
DISTRIMESURE 123
EDITIONS WEKA *(Pour une moitié, un encart 4 et 6 pages au centre de la revue.)*
EDUCATEL (UNIECO) 8, 9
ELECTROME 127
ELC (Centrad) 64
ELECTROKIT (Starkit) 33
EPE 30
ETSF 82
EURELEC 24
FRANÇAISE D'INSTRUMENTATION 7
FRANCLAIR ELECTRONIQUE (Teko) .. 38
GODEFROY (EDITIONS) 16, 122
IPIG 26
KARL LEISTER 30
KN ELECTRONIQUE 128
LDTM (Electrokit) (Starkit) 33
LEXTRONIC 6
MANUDAX 98
MATEK 126
MATILEC 104
MESURELEC 17
MILLE ET UNE PILES (1001 piles) 22
MMP 22
PENTASONIC 25, 27, 28, 29, 104
PERLOR RADIO 4
PRAGMA SCANNER'S 125
PRES (Electronique Pratique) 124
RAM 10, 11
RADIO MJ 22, 23
RADIO TUBES 126
ROCHE 36
SAFICO 111
SAINT QUENTIN RADIO 20-21
STARKIT 33
SELECTRONIC 30-108
SLOWING 18
S.N. GENERATION VPC 32
SOLISELEC 13, 14, 15
SNRP (SOCIETE NOUVELLE RADIO PRIM) 12
SVE ELECTRONIC 123
TECNI TRONIC 123
TSM (TELE ST MARC) 39, 40, 41
TERAL ..... IVe de couv.
TOLERIE PLASTIQUE (LA) 65
UNIECO (EDUCATEL) 8, 9
YAKECEM 5

NOUVEAU

UNAOHM

G 4020. 2 x 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composant. Recherche automatique de la trace. Avec 2 sondes .. **3730F**

Composants TERAL

HEURES D'OUVERTURE : le lundi de 13 h 30 à 19 h. du mardi au samedi de 9 h 30 à 19 h SANS INTERRUPTION

26

RUE TRAVERSIÈRE
PARIS 12e
TÉL. : 43.07.87.74 +
MÉTRO : GARE DE LYON

Beckman

9020 Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composants. Chercheur de trace. Livré avec 2 sondes combinées **3890 F**

COMPOSANTS - MESURES - LAMPES - SUPPORTS CI TULIPES - CONTACTS DORES

A DES PRIX TERAL

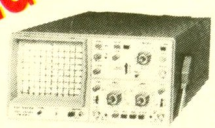
CREDIT POSSIBLE SUR LA MESURE

FLUKE
PROMOTION

DM 73 ..... **839 F**
DM 77 *avec housse anti-choc* . **1499 F**

OSCILLOSCOPES

HAMEG



NOUVEAU
HM 203/6
Double trace 2 x 20 MHz 2mV à 20 V, add. soust. déclench. AC-DC-HF-BF. Testeur de composants. Livrés avec 2 sondes combinées ..... **3830 F**

HM 100/5
3 x 100 MHz avec 2 sondes ..... **8780 F**

NOUVEAU
HM 205-2
Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants. Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace. Livrés avec 2 sondes combinées ..... **6580 F**

HM 604. 2 x 60 MHz avec expansion Y X 5. Post. accéléré 14 KV avec 2 sondes combinées ..... **6760 F**

HM 8001. Appareil de base avec alimentation permettant l'emploi de 2 modules ..... **1550 F**

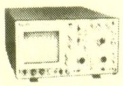
HM 8021-2. Fréquencemètre 10 Hz à 1MHz Digital ..... **2478 F**

HM 8032. Générateur sinusoïdal 20 Hz à 20 MHz. Affichage de la fréquence ..... **1850 F**

HM 8035. Générateur d'impulsions 2 Hz à 30 MHz ..... PROMOTION **2355 F**

UNAOHM

G 4030
Double base de temps. Double trace. 2 x 20 MHz. Bases de temps réglables. Testeur composant chercheur de trace avec 2 sondes.



4680F

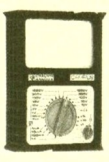
UNAOHM MESUREUR DE CHAMP PANORAMIQUE
MCP 9001. Fréquence 47 MHz à 860 MHz **19500F**

Sur commande : **AFFICHAGE DIGITAL** de la fréquence sur 4 chiffres - Bande FM - Résolution 10 kHz - Son stéréo BISTANDARD L et BG

CHAUVIN ARNOUX

« SPECIAL ENSEIGNEMENT »

Campus est conçu pour supporter le survoltage et les étincelles dues aux fausses manœuvres. Simple et robuste, il résiste aux chocs ..... **494F TTC**



Accessoires mesure. Pince de test. Adaptateur. Cordons. Pointe de touche.
Demandez notre tarif

Fers

Antex CS 17 LD	**125 F**	JBC 15 W LD	**135 F**
Antex XS 25 LD	**125 F**	JBC 30	**124 F**
Panne LD à partir de .	**27 F**	JBC 40	**124 F**

Fer à souder rechargeable Express ..... **379 F**

MULTIMETRES

Beckman

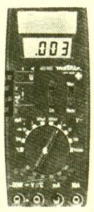
CADEAUX SURPRISES SUR TOUTE LA MESURE

REMISES SPÉCIALES AUX ÉTUDIANTS

DM 10 - Modèle de poche	**340 F**
DM 15 B - AD/DC - 10 A - Bip	**440 F**
DM 20 L - Gain trans. Bip	**497 F**
DM 23 - Précision 0,5 % HFE	**587 F**
DM 25 L - Test trans. et Capa	**680 F**
DM 71	**399 F**
DM 73 - Gamme Auto-Mini	**490 F**
DM 77 - Gamme Auto-Hold	**610 F**
DM 850	**1650 F**
T 100 B - 2000 points - Bip	**850 F**
T 110 B - 2000 points - Hold	**995 F**
DM 78 - Multi de poche. Avec étui	**249 F**

EDM 1122 - Multimètre digital. Très grand display. 11 fonctions. Test de continuité sonore. Fréquencemètre. Test capacité. Test diode ..... **649 F**

METRIX
MULTIMETRES



- **MX 112 A** ..... **620 F**
- **MX 512** ..... **940 F**
- **MX 562.** 2000 points 3 1/2 digits. Précision 0,2 %. 6 fonctions. 25 calibres ..... **1290 F**
- **MX 563** ..... **2590 F**
- **MX 575.** 20 000 points. 21 calibres. 2 gammes. Compteur de fréquence ..... **3190 F**
- **MX 573.** Multimètre digital analogique ..... **2950 F**
- **MX 453.** 20 000 Ω/V CC. VC : 3 à 750 V.I.C : 30 mA à 15 A IA : 30 mA à 15 A. Ω : 0 à 15 kΩ ..... **840 F**
- **MX 202 C.** T. DC 50 mV à 1000 V.T. à 1000 V.T. AC 15 à 1000 V. Int. DC 25 µA à 5 A. AC 50 mA à 5 A. Résist. 10 Ω à 12 MΩ. Décibel 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V ..... **1090 F**
- **MX 462 G.** 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5 VC : 1,5 à 1000 V. VA : 3 à 1000 V. IC : 100 µ à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à 10 MΩA ..... **880 F**
- **MX 111.** Analogique. 42 gammes. 20 000 Ω/VCC. 6320 Ω/VCA. 1600 V/CC-CA ..... **550 F**

FREQUENCEMETRES

Beckman

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur. Intervalles. Périodes. 8 afficheurs ..... **3070 F**

CENTRAD

346 - 1 Hz 600 MHz ..... **1880 F**
MC 713 - Mesureur de champ ..... **3499 F**

GENERATEURS DE FONCTIONS

FG2. 7 gammes. Sinus carrés triangles. Entrée VCF-OFFSET **Beckman** ..... **1978 F**
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz. 5 calibres. Faible dist. imp. 600 Ω ..... **1270 F**
SG 1000. Générateur HF. 100 KHz à 150 MHz. 6 calibres. Précis 1,5 %. Sortie 100 mV **Monacor** ..... **1200 F**
368. Générateur de fonction. 1 Hz à 200 kHz. Signaux carré sinus triangle **Centrad** ..... **1420 F**

ALIMENTATIONS

ELC

AL 784	350F
AL 785	450F
AL 745 AX	650F
AL 812	690F
AL 813	750F
AL 781 N	1845F

ALIM - ELC

PROMOTION DU MOIS ALIMENTATION 13,8 V - 5 A PRIX TERAL
450 F

TERAL LE SPECIALISTE DES COMPOSANTS ET DE LA MESURE. UNE VISITE S'IMPOSE
A VOUS DE JUGEZ

CATALOGUES ET DOCUMENTATION SUR TOUTES LA MESURE - KITS - ILP COMPOSANTS - FICHES - CABLES
A DES PRIX FOUS

MONACOR

NOUVEAUTES

DMT 1000 A. Multimètres digital automatique. Grand affichage. 19 mm. **Avec mémoire.** Clavier avec touches sensibles. 20 A.
PROMO ..... **498 F**

DMT 7000. Multimètre digital. Grand affichage. 19 mm. Test Capacité, Fréquencemètre 20 Hz à 200 kHz. Test diode. Test transistor. 20 A.
PROMO ..... **597 F**

ANTENNES
EXTERIEURES U.H.F - V.H.F.
AMPLI ANTENNE EXTERIEUR, INTERIEUR

ANTENNE INTERIEURE AMPLIFIÉE
Forme satelit., 30 dB ..... **380 F**

Modules, adaptation video

UNI - 1 A. Module d'adaptation SECAM sur un magnétoscope VHS/PAL. Le module ..... **350 F**
Pour autre adaptation, nous consulter.

CIRCUITS TTL
PROMO

Régulateurs ..... **3,90 F**

74 LS 00	**1,20 F**	74 LS 138	**2,40 F**
74 LS 02	**1,10 F**	74 LS 139	**2,40 F**
74 LS 05	**1,30 F**	74 LS 157	**2,20 F**
74 LS 42	**1,30 F**	74 LS 244	**4,20 F**

SUPPORTS TULIPE
8 B - 14 B - 16 B - 18 B - 20 B -24 B - 28 B - 40 B.
La broche ..... **0,20 F**

RELAIS TYPE EUROPÉEN
6 V - 2 RT ..... **43 F** 12 V - 2 RT ..... **33 F**
Support relais 2 RT ..... **7,80 F**

LIGNE RETARD
470 - NS ..... **25 F** Quartz 6-5536 **12 F**

PERCEUSES MAXICRAFT

Perceuse 42 W avec 9 outils	99F
Perceuse 42 W avec 15 outils	176F
Perceuse 50 W	190F
Alimentation pour perceuse	135F
Support perceuse	85F
Forets, meules, polissoirs	disponibles

MICRO-PROCESSEUR

MC 1488	**9,50**	MM 53200	**47,00**
MC 1489	**9,50**		
MC 6809 E	**63,00**	**PROMO**	
MC 68 A 02	**45,00**	68705 P3	**120,00**
MC 68 A 21	**25,00**	6802	**38,00**
MM 4164	**17,00**	6821	**14,00**
MM 2732	**37,00**	MM 2732	**37,00**
MM 2716	**35,00**	MM 2114	**19,00**
MM 2764	**35,00**	MM 4116	**24,00**
SPO 256 ALL	**135,00**	TDA 2822	**14,00**

DEPARTEMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR

5 VA, 1 second	**36,00**	5 VA, 2 second	**39,00**
12 VA, 1 second	**46,00**	12 VA, 2 second	**49,00**
25 VA, 1 second	**66,50**	25 VA, 2 second	**69,00**
40 VA, 1 second	**89,00**	40 VA, 2 second	**93,00**
60 VA, 1 second	**98,00**	60 VA, 2 second	**103,00**

LABOTEC

Pour faire vos circuits imprimés, TERAL s'est équipé de la célèbre machine LABOTEC. Elle est à votre service pour les réaliser vous mêmes au moint coût. Tout le matériel nécessaire est, comme d'habitude, disponible chez TERAL.

Résistance 1/2 W, valeur courante
Prix uniquement par quantité
Panachés : **7,50 F** les 100 - Panachés : **32,50 F** les 500
Panachés : **55 F** les 1000

COMPOSANTS

TRIMMER MULTITOURS

AJUSTABLES (25 T)
100 Ω - 200 Ω - 500 Ω - 1 kΩ - 2 kΩ - 5 kΩ - 10 kΩ - 50 kΩ
100 kΩ - 200 kΩ - 500 kΩ ..... **9,70 F**

CONDENSATEURS MKH

De 1 nF à 0,1 µF	**1,20 F** pièce
De 0,15 µF à 0,22 µF	**1,90 F** pièce
De 0,27 µF à 0,39 µF	**2,15 F** pièce
De 0,47 µF à 0,68 µF	**3,20 F** pièce

CANON A SOUDER

9 Br mâle	**3,95 F**	25 Br mâle	**6,10 F**
9 Br fem.	**4.20 F**	25 Br fem.	**7,10 F**
Capot 9 B	**3,50 F**	Capot 25 B	**4,50 F**
15 Br mâle	**5,30 F**	37 Br mâle	**22 F**
15 Br fem.	**6,00 F**	37 Br fem.	**24 F**
Capot 15 B	**4,00 F**	Capot	**16 F**

COFFRETS

ESM		TEKO	
EB 21/08 FA	**84 F**	P1	**15 F**
EC 27/13	**130 F**	P2	**22 F**
ET 32/11	**196 F**	P3	**35 F**
ER 48/04	**248 F**	P4	**52 F**
ER 48/09	**337 F**	AUS 12	**76 F**
		AUS 22	**87 F**
		CABO22	**62 F**

Remise valable jusqu'au 30 novembre
TOUS LES MODELES DISPONIBLES DOC ET TARIF SUR DEMANDE

ILP ELECTRONICS
LA QUALITE PRO
CIRCUITS PREAMPLIFICATEURS · AMPLIS HYBRIDES ET MOS DE PUISSANCE — ALIMENTATION TORIQUES · TRANSFORMATEURS TORIQUES

FICHES

DINS — JACKS — CANNON — FICHES BANANES — FICHES ALIM. — ETC.

OK KIT
PL 66 alim. digitale
PL 82 freq. 50 MHz
OK 86. freq. 1 MHz
PL 61 capac. digit.
PL 56 Volt. digit.
OK 123 Géné BF
PL 44 Base de temps

PROMO NC

SAFICO
L'OUTILLAGE POUR L'ETUDIANT ET LE PRO

CIF
TOUTE LA GAMME DU N° 1 FRANÇAIS

JELT
POUR PROTEGER VOS MONTAGES ELECTRONIQUES ET LES ENTRETENIR.

MECANORMA

NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS DES KITS TSM

ELECTRONIQUE COLLÈGE

TOUS LES COMPOSANTS DES «KITS COLLEGES» SONT DISPONIBLES SEPAREMENT. LISTE ET PRIX SUR DEMANDE

NOUS EXPÉDIONS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER A PARTIR DE 100 F D'ACHAT
CES PRIX SONT DONNÉS A TITRE INDICATIF ET SONT VARIABLES SELON L'APPROVISIONNEMENT. TERAL VOUS GARANTIT D'ORES ET DÉJÀ LES PRIX INDIQUÉS PENDANT 2 MOIS.